المكتبة الثقافية
٩٧

الشمس والحياة

للدكتور
محمود خيري علي

وزارة
الثقافة والإرشاد القومي
المؤسسة
المصرية
العامة
للتأليف والترجمة
والطباعة والنشر

١٥ نوفمبر ١٩٦٣

المكتبة الثقافية

- أول مجموعة من نوعها تحقق اشتراكية الثقافة.
- تيسر لكل قارئ أن يقيم فى بيته مكتبة جامعة تحوى جميع ألوان المعرفة بأقلام أساتذة متخصصين وبقرشين لكل كتاب.
- تصدر مرتين كل شهر فى أوله وفى منتصفه.

الكتاب القادم

الفنون والقومية العربية

بقلم

محمد صدقى الجباخنجى

أول ديسمبر ١٩٦٣

الثمن ٢ قرش

مطبعة مصر

المكتبة الثقافية
٩٧

الشمس والحياة

للدكتور
محمود خيرى على

١٥ نوفمبر ١٩٦٣

توزيع

دار القلم

١٨ شارع سوق التوفيقية بالقاهرة

ت : ٥٥٠٣٢ ـ ٧٧٧٤١

بسم الله الرحمن الرحيم

تمهيد

خلق الله الأرض والسماوات ، وخلقنا جميعا نسبح بحمده ، وسخر لنا الكون بكل ما فيه وكيّفه ليحمينا ويحفظ لنا كياننا ، وقد أمدنا بالدفء والحرارة والماء والغذاء والنور والاشعاع .

فقد سخر لنا فيما سخر الشمس الدائبة الحركة ، تصبح علينا لترسل أشعتها بما تحمل من حرارة ونور ، وما تحتويه من كل ما تحتاج اليه الحياة من مسببات ، ثم تمسى لتشرق فى آفاق غير آفاقنا ، ثم لا تلبث أن تعود .

تلك هى الشمس لا تختلف عن ملايين النجوم فى السماء ، أم الكواكب السيارة جميعا ، ومن بينها الأرض ، يدورون فى فلكها ، وتدور هى بمن تعول من أفراد فى

فلك المجرة ، وقد عرفها الكثيرون بدرب التبان.. مجرات لم نعرف لها عددا ، ونجوم لم يحصها الانسان .

فاذا عرفنا القليل عن الشمس أمكننا أن نبلغ الكثير عن النجوم المماثلة ، فهى أقربهم وبالتالى أكبرهم بالنسبة لنا ، نراها ونتلمسها بجميع حواسنا ، وانا لنكاد نمشى على سطحها بأجهزتنا ، وتتوغل فى جوها بوسائلنا . نعرف عنهـا الكثير ولكنه القليــل ، وهنــاك ما يدعونا الى الاستزادة والتأمل لنفهم علاقتنا بها .

مقدمة

عرف الناس فى عصور التاريخ المختلفة أن هناك نجوما وشموسا وأقمارا ، ولكن علمهم بتفاصيل تحركاتها وأبعادها ظل يتعثر تعثرا كبيرا ، وكان الناس والطوائف والعقائد والأديان تقف بين مؤيد ومعارض لكل فكرة أو نظرية تبحث فى ذلك . ولعلنا لا نذهب بعيدا عندما نتذكر ما تعرض له العالم الايطالى الشهير جاليليو جاليلى من رجال الكنيسة ، عندما أعلن أن الشمس هى مركز الكون ، وأن الأرض هى التى تدور حولها . كما أن علمهم بتركيب النجوم والشموس والتفرقة بين كل منها ، وعن تفاصيل اشعاعاتها وخواص هذه الاشعاعات وغير ذلك من أنواع المعرفة لم يصل الى ما وصلت اليه العلوم الفلكية فى وقتنا هذا .

ويمكن الانسان أن يعرف العلم بأنه المعرفة بجميع معانيها ، وتشتمل هذه المعرفة على كل ما يتوصل اليه

الانسان بوسائل البحث والتقصى والاستنباط ، مستخدما فى ذلك الطرق العلمية وليدة التجربة والتفكير . والطرق العلمية فى ذاتها تفسر بأنها التطبيقات المرتبة لوسائل المعرفة ذاتها عن طريق التجارب السابقة للتوصل منها الى تحسين واستنباط تجارب مقبلة . وقد يبدو هذا الأمر سهلا هينا . ولكن هذه الطرق العلمية رغم سهولتها فى كثير من الأحيان وبساطة خطواتها ، الا أنها لم توجد الا وليدة لتجارب معقدة ومضنية فى أغلب الأوقات ، حالفها الحظ فى مرات النجاح وأخفقت بالفشل فى مرات أكثر . ثم استخدمها واستغلها قليلون وتمكنوا من تطبيقها فى حالات قليلة وضحت لهم وتمثلت أمامهم .

فاذا سلمنا بأن الطرق العلمية هى فى ذاتها أساس العلم ، فانه يسهل علينا فهمها بترتيبها على مراحل متتالية .

وتبدأ المرحلة الأولى بمتابعة الرصد والمشاهدة للظواهر الطبيعية المختلفة ، وكلما ندرت هذه الظواهر كلما زادت قيمتها وصعب تعميمها ، ومن هنا يتحتم متابعة الرصد لتصيد تلك الظواهر النادرة والاستفادة

منها قدر المستطاع . ويلى ذلك ابتداع نظريات تتفق فى تطبيقاتها مع تلك الأرصاد والمشاهدات . ثم بعد ذلك توضع هذه النظريات فى محك التجربة والاختبار وتبتدع الوسائل لمقارنة مدلولاتها بمشاهدات وأرصاد أخرى .

وهناك العديد من الأمثلة على كيفية تنفيذ هذه الخطوات والتطبيقات فى نواحى العلوم المختلفة ، فمجال العلم لا ينتهى ومادته لا تنضب ، وكل مجموعة من الظواهر الطبيعية ، بل وكل ظاهرة واحدة منها أو كل حالة اجتماعية واحدة أو كل مرحلة من مراحل التطور السالفة أو الحاضرة ، ان هى الا مادة غزيرة يستخدمها العلم . ومهما تباينت العلوم أو تنوعت ، ومهما اختلفت عناصرها ومكونات البحث فيها ، فانها تتفق أساسا فى خطوات التطبيق . والباحث الذى يصنف الحقائق ويفصلها ، ويتبصر فى علاقاتها وارتباط كل منها بالآخر ، ثم يرتب تسلسلها وفقا لنظام ما ، فانه فى ذلك يستعمل الطرق العلمية ويطبقها ، ويمكن أن نعتبره من رجال العلم .

قد تكون الحقائق متعلقة بتاريخ البشرية أو متعلقة باحصاء آكلى اللحوم ، وقد تكون متعلقة بدراسة احصائية للنجوم العمالقة أو الأقزام أو بدراسة الحيوانات البحرية أو الزاحفة ، كل هذه حقائق وكلها مادة مفيدة لاجراء البحث والدراسة والوصول من التعرف على خصائصها الى ناحية ولو يسيرة من نواحى العلم .

ولا يضير الانسان أن أخفق مرة أو مرات ، ولا يحط من قدر الباحث انه لم يصل الى نتيجة ايجابية فى تجربته ، فكل ما يتوصل اليه فى عمله هو فى ذاته خطوة يبدأ عندها من يليه . وكل مرحلة مهما صغرت أو تضاءلت ، ان هى الا لبنة من لبنات البناء فى أصول العلم .

واذا نحن تأملنا قليلا فى العلوم الفلكية فاننا نجد انها هى أقدم ما شغل الانسان منذ الخليقة ، ذلك لأنها تتناول ما هية ما فى الكون بأكمله ، تشمل ما حول الانسان ، ما فوقه وما تحته ، بل هى أصله ومنشؤه ، وهى فى ذلك تربط فروع المعرفة المتنوعة القديمة بكل

ما استحدثته العلوم الأخرى من وسائل ، وما نجحت في التوصل اليه من أفكار وقوانين .

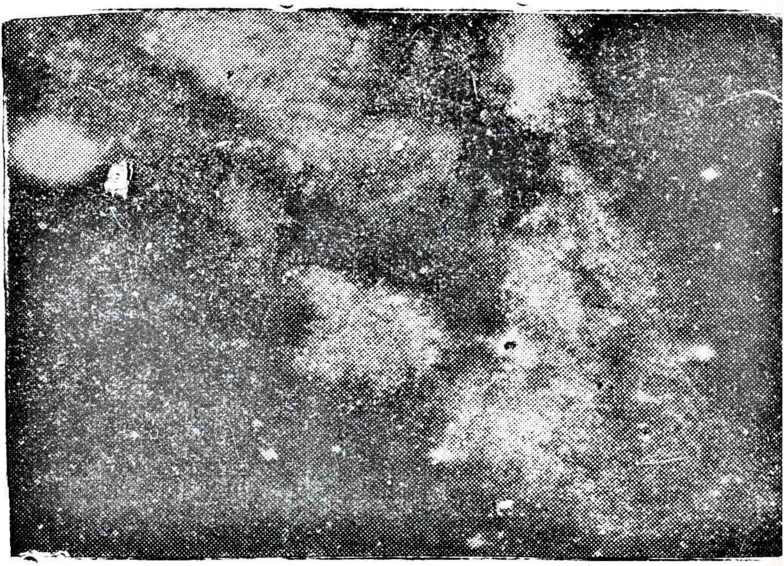
فبينما نجد العلوم الفلكية وقد كانت وما تزال أساس العلوم الرياضية بأجمعها ، فقد أصبحت علوم الفضاء في هذا العصر تعرض خلاصة العلوم الأخرى في أبهى صورها ، وتصل بها الى مرحلة رفيعة من السمو في الاتقان ، وتمكن الانسان بهذا من معرفة قدره في الكون اللانهائى ، ومن التغلب على كثير مما كان لا يمكن وصفه الا بالاعجاز .

وانه وان بدا للبعض في فترة من الزمان ان الدراسات الفلكية عديمة الفائدة المباشرة ، لا تشتمل تطبيقاتها على منافع تعود على البشرية بما يغنى أو يشبع غلة الانسان ، فقد أثبت التاريخ وما وصلنا اليه من التقدم البديع في فنون العلم ان هذا الزعم هراء ، بعد أن تكللت هامات الفلكيين بأكاليل الفخر والتقدير بما يشغل العالم بأسره من نتائج المحاولات الناجحة المستمرة في دراسات الكون والفضاء . وقد كانت الامكانيات تبذل بلا حد ، والتضحيات فيها دون أجر ، لا تهدف

الا الى التعمق والاستزادة فى المعرفة لذاتها ، متفانين فى البحث دون التفكير لحظة واحدة فيما يمكن أن يعود عليهم من نفع مباشر .

ومع ذلك فان التطبيقات الفعلية تظهر جلية للعيان ، فان العالم بأسره بكل ما فيه من حركة أو سكون ، يعتمد اعتمادا كليا على ما يتوصل اليه العلماء بواسطة الأرصاد الفلكية من دراسات تحديد الزمن تحديدا دقيقا ، سواء كان ذلك الزمن حاضرا أو مقبلا بعد قرون . ولعلنا ما زلنا نذكر أعمال العلماء الروس فى محاولاتهم الوصول الى سطح القمر ، وما تطلبه ذلك من دقة الحساب والتقدير لمواقع الأرض والشمس والقمر . فان كل جرم من هذه الأجرام دائب الحركة ، كل فى فلك يسبح ، وكل وفقا لناموس محدد ، ولذلك كان يتحتم لنجاح المحاولة أن تعين سرعات واتجاهات كل من الأرض والقمر والشمس فى حركاتها حتى يتسنى توقيت وصول الصاروخ المرسل من الأرض الى القمر .

لقد اطلعنا جميعا على أنباء هذه المحاولات وأعجبنا بالقوة الجبارة التى استخدمت فى امكان ارسال



الطرف الجنوبى لسديم المرأه المسلسلة ويشـــبه فى كثير من الوجوه المجره التى تقع قرب مركزها المجموعة الشمسية بأكملها

هذا الصاروخ ليتخلص من قوة جذب الأرض الهائلة ، وينطلق سابحا فى الفضاء ، غير عابىء بالمؤثرات الأخرى خارج نطاق الأرض ، الى أن يدخل منطقة الجاذبية للقمر ، ثم يعدل سيره ليصل الى هدفه بالتحديد . اننا لم نعط اهتماما يذكر لعملية التوقيت المقترنة بهذه التجربة المذهلة ، وما استلزمته من الدقة حتى تتم خطوات التنفيذ طبقا للخطة الموضوعة .

وهناك من التطبيقات العديدة المباشرة كذلك ما يمكن تلخيصه فى أن نتائج الأرصاد الفلكية المتنوعة تفتح مجالات جديدة للبحث فى العلوم الأخرى ، وتسلط الأضواء على ظواهر جديدة لم تكن تألفها ولم تتعود سماعها . فقد أمكن تصوير المجرة فى ضوء الاشعاعات اللاسلكية غير المرئية بالمناظير اللاسلكية بشكل لم يسبق تصويره ، كما أمكن تفسير درجات الحرارة المتناهية فى الانخفاض ، واستنباط الكثير من النظريات لنبين السبيل الى تولد الطاقة العظيمة المستمرة الانبعاث من الشمس .

واذا تدرج بنا الحديث عن الشمس والمجرة ،

فما ذلك الا لأن الأولى هى أقرب النجوم الينا وتربطنا بها صلة وثيقة ، صلة النشأة والتبعية . أما الثانية فهى الأخـرى أقرب مجمـوعة نجومية تحتوينا وندور فى فلكها .

الشمس الثائرة

إن سطح الشمس دائم التموج والحركة بما يحتويه من ذرات المواد المختلفة ، تتصاعد منه أعمدة من اللهب والغاز ، وتلمع به ألسنة خاطفة البريق مكونة أشكالا لولبية وحلقية وغير ذلك من التشكيلات اللانهائية ، تتصاعد جميعا الى ارتفاعات شاهقة ثم تفنى بعد فترة ، تقصف فوقه الأعاصير الجبارة ، وتنتابه الهزات المرعبة ذات أصوات تصم الآذان . وهذا السطح يغلفه سطح آخر أكثر شفافية وتلونا ، ينتهى تدريجيا الى ما يعرف بالاكليل الشمسى الممتد الى أبعاد سحيقة من سطحها . واذا أمكن أن يوصف سطح الشمس بهذه الأوصاف المذهلة ، فانها ليست الوحيدة من نوعها فى الكون ، تنفرد بهذه الأوصاف ، فما هى الا نموذج من ملايين أخرى تشغل

أرجاء الكون المتباعدة . وهذا هو الحال فى النجوم الهادئة الوادعة التى تزين قبة السماء .

ومع هذا فان الشمس التى نراها كل يوم لا تترك فينا هذا الأثر ، ولم يألف الناس فيها هذا الوصف أو أقل منه . ولكن الفلكيين يرونها كذلك ، وقد صوروها صورا متلاحقة فى فترات ثورتها وفترات هدوئها ، وعملوا لها الأفلام السينمائية التى تحكى هذه القصص وزيادة ، ويا ليت مثل هذه الأفلام فى متناول الناس أجمعين ليمكنهم مشاهدتها .

وعلى حد تعبير العلامة بوك ، فان أجمل ما يعزى عامة الناس فى عدم توفر الوسائل لديهم ليتمكنوا من رؤية الشمس على حقيقتها هذه ، ويتمعنوا فى التعرف على أوصافها ، هو أن كل ما عرفه الفلكيون أنفسهم ، وكل ما أمكنهم تحقيقه حتى الآن ، از هو الا النزر اليسير مما يجرى حول الشمس وعلى سطحها ، مما تدركه حواسنا وأجهزتنا . فاذا ما أمكنهم تلمس الأحداث التى تأتيها الشمس اللاسلكية أى فى مجال



ألسنة اللهب الممتدة خارج الشمس الى مسافة
٠٠٠ر٣٠٠ كيلومتر

الموجات الطويلة غير المرئية ، فانهم لن يروها رأى العين. .

ولو قدر للانسان أن يبصر بعينه الشمس فى ضوء الاشعاعات اللاسلكية الطويلة الأمواج بما تحدثه من تشكيلات وتغييرات عنيفة ، لما أمكنه أن يتوقف عن متابعتها لحظة واحدة ، مهما كلفه ذلك من جهد ، ومهما شغلته هذه المشاهدة عن أعماله اليومية المعتادة .

ومع أن الشمس تظهر لنا هادئة الا أن هذا الهدوء نسبى بالمقارنة بالاضطرابات والتحركات الشديدة فوقها وفى داخلها . ان شدة اضاءتها لا تكاد تتغير بما لا يتجاوز واحدا فى المائة على مر السنين ، ولكن الشمس اللاسلكية أو الشمس كما نتلمسها بالمناظير اللاسلكية الخاصة تتغير بصفة مستمرة . وتتفاوت هذه التغيرات الناتجة عن الاشعاعات المنبعثة فى شدتها . ولقد شوهدت هذه التغيرات عشرات بل مئات المرات ، ولكم من مرة ازدادت بما يعادل مئات الألوف من المرات خلال ثوان معدودات . هذه التغيرات والانفعالات التى يتكرر حدوثها فى المنطقة ذات الموجات الطويلة غير المرئية للعين هى موضوع

الدراسات الحديثة التى تشغل معظم الفلكيين فى الوقت الحاضر .

الشمس عن كثب :

الشمس نجم من النجوم المعتادة التى نراها تملأ السماء ، فهى تتوسطهم فى الحجم وفى درجة الحرارة والكثافة وغير ذلك من الخصائص الطبيعية الأخرى . فهناك من النجوم ما هو أصغر حجما من الشمس ؛ كما أن هناك نجوما أكبر منها بكثير ، وما يقال عن الحجم يقال عن درجة الحرارة والاشعاع ، وعن باقى الخواص الأخرى .

واذا نحن قارناها بالأرض ، وجدناها عملاقا كبيرا ، بينما الأرض جسم صغير يمكن أن تبتلع منه الشمس مئات دون أن يزداد حجمها زيادة تذكر . فقطر الشمس يعادل ١١٠ مرات قطر الأرض ، واذا ذكرنا طوله بالكيلومترات المعتادة فانه يبلغ مليونا وأربعمائة ألف . ولذلك فان حجم الشمس بالنسبة للأرض يبلغ مليونا وثلثمائة وخمسة آلاف (١٫٣٠٥٫٠٠٠) مرة .

وعلى النقيض من ذلك فاننا نجد كثافة الشمس أقل بكثير من كثافة الأرض الباردة السطح ، فبينما تبلغ كثافة الأرض بالنسبة للماء ٥ر٦ ، اذ بنا نجد أن كثافة الشمس لا تزيد عن كثافة الماء بكثير فهى ٤ر١ مرة .

ويتبع ذلك أن كتلة الشمس المقدرة لا تزيد عن ٣٣٠ر٤٢٠ مرة كتلة الأرض ذاتها رغم ما بينهما من الفرق الهائل فى الحجم . ومع ذلك فان الرقم الدال على ما تحتويه الشمس من مادة بالأطنان هو عدد خيالى حقا ، اذ يقدر بالعدد اثنين متبوعا بسبعة وعشرين صفرا متراصة . وعلى هذا التقدير فانه اذا افترضنا جدلا بأن الشمس تفقد من مادتها بصفة مستمرة وبدون انقطاع ما يعادل ألف طن كل ثانية من الزمن فانها لا شك تحتاج الى ثلاثين ألف مليون سنة قبل أن تفقد نصف ما تحتويه من المادة .

وما قصدنا من ذكر هذه الأرقام الضخمة الا التدليل والمقارنة بين الأرض المنبسطة التى نعيش عليها ونرتع فوقها دون أن نشعر بضآلتها بالنسبة للشمس ، وهى واحدة من عدد لا نهائى آخر .

ومع ذلك فان كل ما تعلمناه عن الشمس لم تتوصل اليه الا من مراقبة الظواهر التى تبدو على سطحها بين الحين والآخر ، ومن قياسات وتقديرات للحرارة السطحية وقوة الضوء والاشعاع وغير ذلك مما أمكننا رؤيته أو تلمسه عن كثب . وما علمناه عن تركيبها الداخلى الا عن طريق الاستنتاج والحدث .

فاذا تأملنا سطحها وجدناه غير أملس وغير متناسق التكوين ، واذا تحدثنا عن درجة حرارة سطحها أو توزيع الطاقة فوقه فاننا نذكر تقديرات متوسطة لتلك الطبقات غير المتناسقة والتى تختلف اختلافا بينا بين بعضها البعض .

الكلف الشمسى والأشجار المعمرة : ان سطح الشمس متوهج لامع يبهر العين ويأخذ بالبصر ، واذا تأملنا فيه فانه كثيرا ما تظهر عليه بقع معتمة تنتاب المناطق الاستوائية الشمسية بصفة خاصة . تظهر هذه البقع معتمة أو سوداء ، ولكن هذا الاعتام أو السواد هو اعتام نسبى بالمقارنة الى سطح الشمس المتوهج . فهى بدورها لامعة متوهجة كذلك ولكنها أقل قليلا .

تبلغ هذه البقع (والتى نسميها بالكلف الشمسى) من الكبر فى بعض الأحايين مبلغا يمكن معه رؤيتها بالعين المجردة اذا استعملنا لذلك زجاجا أسود معتما . وقد جاء إن الصينيين تمكنوا من رؤية هذه البقع الشمسية بالعين المجردة فى عام ٢٨ قبل الميلاد . وهذا يشير الى اتساع حجم تلك البقع التى شوهدت حينئذ . ومما هو جدير بالذكر انه فى عام ١٨٥٨ ظهرت بقعة كبيرة المساحة بلغ اتساعها حوالى ٢٣٠٠٠٠٠ر٢٣٠ كيلو متر ، أى ما يعادل قطر الأرض ثمانى عشرة مرة . وتظهر هذه البقع على أشكال متباينة أشبه شيء باللطع المستديرة المتاخمة بعضها للبعض ، وتتميز أواسطها بالاعتام الكلى ونسميها بمنطقة الظل ، محاطة بمناطق أو أحزمة أقل اعتاما نسميها بمناطق شبه الظل .

وقد أثبتت الدراسات التى أجريت على هذه البقع طوال السنين الطويلة التى أمكن رصدها فيها بمراصد العالم المختلفة ، ان هناك أعاصير وتحركات شديدة عنيفة ، مصحوبة فى كثير من الأحيان بشحنات كهربية على شكل تيارات تحوطها مناطق شديدة المغطسة . كما

أمكن متابعة تحركات تلك الأعاصير المنبعثة من البقع الشمسية ، واتجاهات التيارات العنيفة المنطلقة منها ، عن طريق الدراسات الطيفية لتلك البقع . فالكثير منا يعرف الوسائل الطيفية التى يعم استعمالها فى مجالات الدراسات الاشعاعية المتنوعة . فاذا ما استقبل المطياف أشعة متوهجة سواء كانت هذه الأشعة من مصباح مضىء أو من ضوء مادة مشتعلة ، فان هذه الأشعة تتفرق الى الألوان السبعة المعروفة بألوان الطيف ، وتتخلل هذه الألوان خطوطا عديدة لامعة ، أو كما نسميها خطوط انبعاث على طول اتساع مناطق الطيف الملونة . وقد تكون هذه الخطوط معتمة أو كما نسميها خطوط امتصاص ، وذلك يحدث اذا ما تواجد وسط مادى بين مصدر الضوء وبين المطياف يمتص بعض الاشعاعات الساقطة عليه . ولكل مصدر ضوئى مجاميع من الخطوط التى يبينها المطياف ، تميز مكونات المصدر الضوئى وما يشتمل عليه من العناصر ومبلغ حرارته وضغطه وتكامل ذراته . كما يكون لكل وسط مادى خصائص معينة ، تسمح لبعض الاشعاعات بالمرور ، وتمنع البعض



أعلى صـــورة قرص الشمس وقد ظهرت عليه مجموعـــة كبيرة للكلف الشمسى
أسفل صورة مكبرة للكلف الشمسى وتظهر مناطق الظل ومناطق شبه الظل

الآخر ، وتكون لخطوطه التى يبينها المطياف مميزات توضح خصائصه الطبيعية أيضا .

فاذا كانت الشمس مثلا أو أى نجم آخر هى مصدر الضوء الموجه الى المطياف فان الخطوط التى تظهر تدل بما لا يدع مجالا للشك على أنواع المواد والعناصر الموجودة فيها ، وكمياتها وحالاتها الطبيعية . بمعنى أنها تحدد حرارة الشمس وكمية الضغط الذى توجد فيه هذه المواد وغير ذلك من خواص . وتتميز كل منطقة من مناطق سطح الشمس من حيث ظهور خطوط الطيف ، فتارة تظهر كخطوط امتصاص ، كما هو الحال فى الأجزاء البعيدة عن الحافة ، وتارة أخرى تظهر كخطوط انبعاث ، اذا ما وجه المطياف الى حافة الشمس .

واستعمال المطياف فى الدراسات الفلكية بصفة عامة هو من الأهمية بمكان . فقد عم استعمال أنواع متعددة منه تختلف اختلافا بينا فى تصميمها وقدرتها على تفريق الأشعة ، وتختلف باختلاف الغرض الذى تستعمل من أجله . وكان له الفضل الأكبر فى تعرفنا على تركيب

أجواء النجوم بصفة عامة . وفى جميع الحالات فأنه من الضرورى أن يركب المطياف على مناظير كبيرة ، تجمع لها الأشعة الصادرة من الأجرام السماوية الخافتة .

وقد بلغت هذه الأجهـزة من الدقة بحيث تميـز التغيرات البسيطة في درجات الحـرارة ، والتغيرات البسيطة فى كميات ما تحتويه أجواء هذه النجوم من مواد . كما تميز التغيرات التى تطرأ على تركيب ذرات تلك المواد فى حالات التغيرات المفاجئة أو المستمرة . فاذا ما استقبلنا بهذه الأجهزة اشعاعات صـادرة من سطح الشمس نفسه ، فاننا نتوصل الى نتائج تختلف فى كثير من التفاصيل عن النتائج التى نحصل عليها اذا وجهنا هذا المطياف الى بقعة شمسية . وتتلخص هذه التغيرات فى أنها توضح انخفاضا فى درجة حرارة البقع الشمسية بالنسبة لقرص الشمس كما توضح تحركات المادة من داخل البقع الى خارجها على شكل اشعاعات مختلفة . وبالاضافة الى ذلك فانه قد وضح بما لا يدع مجالا للشك ، أن هذه البقع مجالات مغناطيسية شديدة .

ويتغير عدد البقع التى تظهر على سطح الشمس تغيرا

منتظما دوريا كل أحدى عشرة سنة ، بحيث يصل النشاط الشمسى الى أقصاه ، ثم يتناقص الى نهايته الصغرى ، ويعاود شدته بعد اكتمال الدورة . وهذا الانتظام هو من النواميس أو القوانين الشمسية الهامة التى تلعب دورا جوهريا فى تكوين الأرض ذاتها ، وهى تابع من توابع الشمس .

وتظهر البقع صغيرة فى بادىء الأمر منفردة ثم تكبر ويزداد عددها فى مجموعة متقاربة ، ثم تبدأ أخرى فى الظهور على مسافة يسيرة منها وتمر فى نفس المرحلة ، ثم تظهر بقع أخرى صغيرة بين المجموعتين تكون جسرا بينهما ، وتظل هذه التكوينات مدة قد تتراوح بين الأيام والشهور ، تدور حول الشمس فى دورتها التى تكملها كل ٢٦ يوما تقريبا . وتعتبر هذه المجموعات من البقع مركز النشاط الشمسى بصفة عامة .

وتظهر الدورة الشمسية لهذه البقع فى كل ١١ سنة ، متفقة تماما مع دورة مماثلة تلازم مجال الأرض المغناطيسى ، اذ يتزايد هذا المجال المحيط بالأرض ويتناقص بنفس النظام وفى نفس الفترة الزمنية .

وتغير عدد البقع على سطح الشمس ، واختلاف حجمها من وقت لآخر ، له تأثير ملموس على التغيرات السائدة فى جو الأرض المحيط بنا ، وبالتالى تنتقل هذه التأثيرات الى حياتنا وكياننا ، والى جميع المخلوقات والنباتات المختلفة .

ولقد أتيحت لى الفرصة أثناء وجودى بالولايات المتحدة فى الصيف الماضى ؛ لزيارة الغابة المتحجرة الواقعة فى الصحراء الممتدة بين ولاية نيومكسيكو وولاية اريزونا . تحتوى هذه الغابة الكبيرة التى تغطى مساحتها عشرات الأميال المربعة على جذوع الأشجار الضخمة ، منها المتكامل ومنها المتفتت . وفى المعرض المقام خصيصا بتلك الغابة ؛ ترى مقاطع من جذوع الأشجار وقد صقلت وأعدت اعدادا ملائما للعرض . وأهم ما تتميز به تلك الجذوع ان الحلقات الدائرية المتتالية التى ترى من مقطعها ، وتدل فى العادة على عدد السنين التى عاشتها الشجرة ، يختلف سمك بعضها عن البعض الآخر ، بحيث توجد حلقتان أو ثلاث أكثر سمكا من مجموعة الحلقات الخارجية أو الداخلية ، وبحيث

يتكرر ذلك بين كل احدى عشرة حلقة والتى يليها تقريبا. وهذه الملاحظة فى الأشجار المعمرة (ويبلغ عمر بعضها فى بعض الأحيان ألف سنة) وقد ظهر منها بوضوح تتابع اختلاف سمك الحلقات على هذا النظام ، لا تترك مجالا للشك فى أن هناك علاقة حتمية بين ظهور البقع الشمسية بنظام يتغير دوريا ، وبين العوامل الجوية المؤثرة على نمو النبات والحيوان .

ولعل البعض منا قد زار الغابة المتحجرة الموجودة فى الصحراء الشرقية على بعد خمسة عشر كيلومترا شرقى ضاحية المعادى ، فهناك قطع متفتتة من جذوع الأشجار على مساحة صغيرة من التلال ، لا توجد بينها أجزاء كبيرة ، ولا تدل المتخلفات على أن الأشجار الأصلية كانت من النوع المعمر ، فهى لا تبلغ حجما يمكن مقارنته بتلك الموجودة فى صحراء أمريكا ، ولا يمكن أن تتبين فيها نظام الحلقات السابق الذكر .

سطح الشمس فى ضوء الأيدروچين : ويمكن فى ظروف خاصة ملائمة رؤية تفاصيل الطبقة الخارجية للشمس وتصويرها فوتوغرافيا ، وعندئذ يمكننا أن

تبين أن السطح ليس منتظم الاستضاءة كما يخيل الينا ، ولكنه يختلف عن ذلك اختلافا بينا ، اذ يحتوى على ما يشبه التجعدات أو الحبيبات كما نسميها ، بعضها لامع والبعض الآخر أقل لمعانا ، وهذا المنظر يشبه حبات الأرز فى تكوينها ، مستطيلة ما فى بعض الأحيان ومميزة ظاهرة ، تكون أوضح ما يمكن قرب وسط القرص بعيدا عن الحافة .

وهناك تفاصيل أخرى تظهر أكثر تعقيدا وتنوعا فى تكوينها وتشكيلها ، تظهر أوضح ما يمكن فى الصور المأخوذة فى ضوء غاز الايدروچين أو غاز الكلسيوم ، وهما أهم المواد المكونة للغلاف الخارجى للشمس وأكثرها كمية . وهذه الطريقة هى الطريقة المثالية التى يمكن بواسطتها تصوير سطح الشمس بتفاصيله الدقيقة ، ويمكن تشبيه معظم هذه التشكيلات فى كثير من النواحى بمنظر السحب التى يراها راكب الطائرة فى جو الأرض ، اذا هى حلقت على ارتفاع كبير فوق طبقات السحب . وقد يتساءل القارىء كيف يكون من الممكن تصوير الشمس فى غاز الايدروچين أو غاز الكلسيوم ،

وما هى الوسيلة الى ذلك . ولكن الطريقة فى أساسها طريقة بسيطة جدا ، الا أن الاحتياطات والتفاصيل الفنية الكثيرة اللازمة تزيد فى تعقيد العملية ، وهى لا تتعدى اجراء عملية التصوير باستعمال مرشحات ضوئية خاصة ، تحجب جميع الاشعاعات المعتادة ولكنها تسمح بصفة خاصة الى اشعاعات محددة ومخصصة لبعض مناطق من اشعاع غاز الايدروچين أو غاز الكلسيوم بالنفاذ . وهذه الطريقة بوجه عام لا تختلف عن عملية التصوير العادية التى يجريها كل من له هواية التصوير ، عندما يضع أمام عدسة جهاز تصويره مرشحا ضوئيا أصفر أو أحمر أو غير ذلك .

ولقد أوضح لانجلى أن هذه الحبيبات التى تعم سطح الشمس ما هى الا الأطراف العليا لأعمدة الغاز المنبعثة من الطبقات الداخلية ، وتحمل هذه الأعمدة معها أثناء ظهورها على السطح غازات من الايدروچين والكلسيوم مندفعة الى الخارج .

وقد تمتد هذه الأعمدة أو الألسنة الى ارتفاعات كبيرة من السطح ، فترى على حافة قرص الشمس

بأشكال متباينة عرفناها بألسنة اللهب . وهى تظهر لامعة على ارتفاعات مختلفة ، ويمكن مشاهدتها بالعين المجردة فى بعض حالات الكسوف الكلى للشمس ممتدة مئات الآلاف من الكيلومترات .

وهذه التشكيلات البديعة من ألسنة اللهب أمكن تصويرها صورا متتابعة كل بضع ثوان بطريقة التصوير السينمائى ، حيث ظهرت فيها تحركات مستمرة وتغيرات الى أشكال لا نهائية . يخيل الى الناظر اليها أنها ترتفع من فوهة بركان ، وقد تظهر على شكل المطر المنهمر أو السحب المسرعة الخطى . تظهر فى بعض الأحيان وكأنها تواجدت من لا شىء على ارتفاعات شاهقة من سطح الشمس ، ثم لا تلبث أن تختفى لتظهر مرة أخرى بأشكال لولبية متباينة .

جولة بين طبقات الشمس

ومع ان الشمس تتكون كلها من الغازات ، ولا تتكون من مادة فى حالة الصلابة أو السيولة ، كما هو الحال فى الكواكب السيارة التابعة لها ، الا أنها تتميز بأن تكوينها يشتمل على طبقات متباينة بعضها عن البعض . ويظهر هذا التركيب الطبقى بجلاء فى غلافها الخارجى ، هذا الغلاف الذى يمكننا رؤيته ودراسته ويمكننا أن نتخلل أعماقه باستعمال أجهزة معينة.

واذا أردنا أن نلقى بعض الضوء على تكوين الشمس ، فلنبدأ بالتعرف على باطنها ، متدرجين من المركز حتى نصل الى نهاية الغلاف الخارجى ، لنرى تدرج الاختلاف بين الطبقات بصفة عامة .

ان باطن الشمس والذى يعتبر مركز الطاقة المتولدة جميعها فى جسم الشمس ممتدا أثرها الى الأرض وباقى أفراد المجموعة الشمسية ، على درجة عالية جدا من

الحرارة ، قدرت بحوالى ٢٠ مليون درجة مئوية ، وذلك من النظريات التى ابتدعت لوصف نماذج من واقع المعلومات المتجمعة من نواح ودراسات متنوعة . وليس من السهل علينا أن نتخيل بسهولة هذا القدر من الحرارة المرتفعة ، حيث اننا لم نألفها ولا يوجد لها مثيل فيما حولنا . وما هذه الحرارة الا دلالة واضحة على مدى تحرك الذرات التى تتكون منها مادة الشمس . تتحرك هذه الذرات فى جميع الاتجاهات بسرعة فائقة بقدر متوسطها بحوالى المائة ميل فى الثانية الواحدة ، دائمة الاصطدام بعضها بالبعض وهذه سرعة كبيرة جدا اذا نحن قارناها بسرعة تحرك ذرات الهواء الذى نستنشقه أو يمر فوق رؤوسنا ، حيث لا تتعدى سرعاتها ميلا واحدا فى الثانية . كما أن مقدار ضغط الطبقات المكونة لنواة الشمس ، يبلغ ألف مليون مرة مقدار الضغط الذى يسببه الغلاف الهوائى فوق سطح الأرض . لذلك نرى أنه على الرغم من السرعة الفائقة التى تتحرك بها ذرات المادة داخل الشمس ، الا أنها مكتظة ومتلاصقة بدرجة كبيرة ، وذلك ناتج من تأثير الضغوط

الشديدة الواقعة عليها . ولذلك فان كثافة المادة داخل الشمس تقدر بما يعادل مئات المرات كثافة الماء أو ما يعادل خمس مرات كثافة مادة البلاتين الصلبة . وعلى الرغم من ذلك فان هذه الذرات جميعا موجودة فى حالة تأين تام ، بمعنى أن كل ذرة منها قد تخلصت من جميع الالكترونات التى تدور حول نواتها ، بخلاف الحال فى الذرات الكائنة فى درجات الحرارة والضغوط المعتادة .

وتتولد الطاقة الكبيرة الموجودة فى الشمس نتيجة للتحول البطىء للمادة المكونة لها الى اشعاعات ، كاشعاعات اكس أو اشعاعات جاما . وهذه التحولات تجرى بطريقة شبيهة بما يحدث فى التفجيرات الذرية التى نعرفها ، الا أنها تفجيرات تخضع لسيطرة محكمة ، تهيمن عليها عوامل الاتزان بين قوى الجذب الى داخل الشمس ، وقوى الطرد الاشعاعى الى الخارج . وهذا الاتزان متوفر على جميع الأبعاد من المركز ، فاذا زاد مقدار الطاقة المتولدة ورجحت كفته عن مقدار معين ، فان التوازن لا يلبث أن يعود الى حالته مباشرة ، بفعل

التمدد الذى يحدث فى الطبقات الخارجية . ومن ناحية أخرى فان هذا التمدد ينتج عنه بالتالى انخفاض فى درجة الحرارة ، ومن ثمة تقليل فى مقدار الطاقة المتحررة .

واذا نحن ابتعدنا عن مركز الشمس واتجهنا الى الطبقات المتوسطة فاننا نجد أن ذرات المادة الموجودة تقلل من سرعاتها ومن تحركاتها ، وتنشط فى نفس الوقت اشعاعات جاما فى اتجاه سطح الشمس . ثم انه بتوالى عمليات الامتصاص والانبعاث التى تمر بها هذه الاشعاعات أثناء تخللها للذرات المختلفة ، فانها تفقد من طاقتها تدريجيا وتزيد أطوال موجاتها بالتالى ، وهكذا يستمر هذا التناقص فى مقدار الطاقة المنبعثة وتتزايد أطوال موجات الاشعاعات المختلفة تدريجيا كلما انتقلنا فى طبقات الشمس المختلفة من المركز متجهين الى سطحها ، حتى ينتهى بنا الحال الى الطبقات الخارجية التى نشاهدها .

فاذا ابتعدنا عن مركز الشمس الى مسافة ٧٠٠٫٠٠٠ كيلو متر فاننا نجد أنفسنا قرب سطحها ، تنفذ الينا خلال الغلاف المحيط بها اشعاعات الأجرام

السماوية الأخرى ، ونرى ما حول الشمس من نجوم وكواكب أخرى . وتسمى الطبقة التى تمر بها عند هذا الارتفاع ، والتى تبلغ درجة شفافية جو الشمس فيها هذا المقدار ، بطبقة الفوتوسفير . وهذه الطبقة هى أعمق الأغوار التى يمكننا أن نتوغلها وننفذ اليها بأجهزتنا ووسائلنا المختلفة ، كلما حاولنا ذلك من سطح الأرض .

وكلمة فوتوسفير هذه معناها « الطبقة المضيئة » . وهى فى الواقع هى الطبقة المسئولة عن جميع الاشعاعات التى تصلنا من الشمس ، اشعاعات الضوء والحرارة وغيرها . وتبلغ متوسط الكثافة عندها حوالى $\frac{١}{١٠٠٠}$ من كثافة جو الأرض . كما أن درجة حرارتها ٦٠٠٠ درجة مئوية . ولا يزيد سمك هذه الطبقة من سطح الشمس عن بضع مئات من الكيلومترات . فهى اذن طبقة غير سميكة . ولهذا السبب فان حافة قرص الشمس تبدو خلالها محددة تمام التحديد ، أشبه شىء بحافة جسم كروى فى حالة الصلابة . وذلك مرده الى تفاوت شدة الضغط عند هذا الارتفاع على سطح الشمس ، وسرعة

تناقصه كلما ارتفعنا عن هذه الطبقة الى الخارج .

وهذه الطبقة هي بعينها الطبقة التى عندها يظهر الكلف الشمسى ، وبعض الظواهر الشمسية التى سبق ذكرها .

وكلما علا طبقة الفوتوسفير التى تحدثنا عنها يمكن أن نعتبره جزءاً من الجو المحيط بالشمس ، فهناك طبقة يبلغ سمكها حوالى ١٠٠٠ كيلومتر فوق طبقة الفوتوسفير مباشرة ، كان يطلق عليها اسم الطبقة العاكسة ، هذه الطبقة أقل حرارة من الفوتوسفير ، ولذلك تتميز ذراتها بتكامل عدد الالكترونات المكونة لها ، ولا يوجد فيها من الذرات المتأينة الا القليل ، والتى لم تفقد أكثر من الكترون واحد . وفى هذه الطبقة تنشأ خطوط الامتصاص الطبقية التى نشاهدها ، والمعروفة باسم خطوط فرنهوفر ، نسبة الى اسم الفلكى الذى درسها باسهاب فى مدينة ميونخ بألمانيا عام ١٨١٦ . وقد كان ولاستون أول من اكتشف هذه الخطوط فى عام ١٨٠٢ . وكان اكتشاف خطوط فرنهوفر فاتحة لدراسات مستفيضة فى علوم الطبيعة الفلكية بأسرها ، كما أحدثت

تطورا كبيرا فى جميع النظريات التى تبحث فى أجواء النجوم وتركيبها . ولعله يجدر بنا أن نعرف ان عدد خطوط الامتصاص التى عرفت بلغ عشرين ألفا . عملت لها الخرائط الدقيقة ، وأمكن بواسطتها التعرف على المواد والعناصر التى تسببت فى ظهورها . وقد تبين كما أوضحنا ان ما يقرب من ثمانين فى المائة من هذه الخطوط ، تنشأ فى الطبقة العاكسة ومعظم الخطوط الباقية تنشأ فى الطبقات الأكثر ارتفاعا فى جو الشمس ، والقليل منها ينشأ بسبب الامتصاص الذى تحدثه الذرات والجزيئات الكائنة فى الفراغ بين الشمس والأرض . كان اكتشاف هذه الخطوط كما قلنا نقطة تحول كبيرة فى الدراسات الفلكية ، فقد تشعبت دراسات الطيف وتمخضت عن وسائل جديدة فى البحث مما أضاء الطريق الى تعرفنا على محتويات أجواء الشمس والنجوم والكواكب من العناصر والمركبات ، والمقادير التى توجد بها هذه العناصر .

وتتدرج الطبقة العاكسة كلما ابتعدنا عن سطح الشمس الى طبقة تمتاز بتلونها المائل الى الاحمرار .

هذه الطبقة التى سميت منذ زمن بالطبقة الملونة ، ذلك لأنها تظهر وقت الكسوف الكلى للشمس عندما يختفى قرصها تماما وراء ظل القمر ، تظهر هذه الطبقة على شكل حلقة رقيقة حول ظل القمر ، تتميز باللون الأحمر القرمزى . ويدل ذلك على أن أغلب تكوينها من مادة الايدروچين . واذا وجهنا المطياف الى حافة الشمس هذه ، فاننا نرى خطوط الامتصاص الطيفية وقد تحولت الى خطوط انبعاث لامعة ، تدل على ارتفاع كبير فى درجة الحرارة وانخفاض فى الضغط . ولا تتوقف رؤية هذه الطبقة الملونة فى أيامنا هذه على حدوث ظاهرة الكسوف النادرة ، فقد ابتدعت أجهزة خاصة تمكننا من رؤيتها والتمعن فيها ودراستها دراسة مستفيضة ، قد لا تتاح أثناء الكسوف الذى لا يمكث سوى دقائق معدودة .

ومن هذه الطبقة الخارجية ينتهى بنا المطاف الى ما يغلف هذه الطبقات جميعا ، من تكوين على شكل اكليل مترامى الأطراف ، قد يصل امتداده الى مسافات تبلغ أضعاف قطر الشمس ذاته . ويظهر هذا الاكليل

كاملا فضى اللون أثناء الكسوف الكلى . ويمكن رؤيته أيضا دون حدوث الكسوف (باستعمال أجهزة خاصة) الا أنه لا يبدو بنفس الروعة والجمال . ومن الغريب أن درجة حرارة الاكليل عالية جدا ، تبلغ المليون درجة (فى حين ان درجة سطح الشمس لا تزيد عن ٦٠٠٠ درجة كما بينا) .

ولا يفوتنا أن نذكر ما ينطلق من سطح الشمس من ألسنة اللهب المتباينة الأشكال والارتفاعات ، تتخلل الطبقة الملونة وتمتد الى أبعاد سحيقة فى الاكليل الشمسى . يغلب وجود الايدروجين والهليوم وبعض الكلسيوم المتأين فى هذه الألسنة ، وهى دائمة التغير والتشكيل ، قد تتواجد فجأة بعيدا عن السطح تشبه فى ذلك تواجد السحب فى جو الأرض واختفائها ثانية .

الطاقة المنبعثة

إن الضوء هو الوسيلة الوحيدة التى تربطنا بباقى الأجرام السماوية على الاطلاق ، حتى أنه يمكن تسمية علوم الفلك والطبيعة الفلكية بالعلوم التى تفك طلاسم هذه الرسالات الاشعاعية من الفضاء .

ان الضوء سواء كان صادرا من الفضاء أو من مصباح مضىء أو من بعض الأحياء المضيئة كبعض الأسماك مثلا ، فانه فى جميع هذه الحالات يكون صادرا من الذرات أو الألكترونات التى هى السبب فى انبعاثه . اذ أنه من الضرورى كى نحس الضوء أو نحاول قياسه أن ينعكس أو يمتص بواسطة ذرات أخرى ، ويحدث هذا الامتصاص بحالات مختلفة ، فقد يكون امتصاصا كيميائيا كما هو الحال فى مادة الألواح الفوتوغرافية أو فى بعض أجهزة القياس الضوئى ، أو يمكن احساسه على شبكية العين ،

وقد يكون امتصاصا طبيعيا كما هو الحال فى المرشحات الضوئية المختلفة .

يمر الضوء الصادر الينا من النجوم متخللا الذرات الكونية التى تملأ الفضاء ثم يتخلل الذرات الموجودة فى الجو المحيط بالأرض ، وتتركز مهمة الفلكى أو الدارس لعلوم الطبيعة الفلكية ، فى أن يستنبط الحالة الطبيعية من المصدر الذى انبعثت منه هـذه الاشعاعات ، عن طريق تأثيرها على الذرات الأرضية ، وهو فى ذلك يعتمد أساسا على احدى طريقتين عامتين للضوء ، أولاهما قياس شدة الضوء وقوته ، وثانيتهما التعـرف على لون الضـوء وخصائصه . والخاصية الأولى خاصية كمية ، أما الثانية فهى خاصية نوعية .

فاذا ما وضعنا اناء أسود به ماء وعرضناه لأشـعة الشمس ، فانه يسخن وهذا الارتفاع فى درجـة حرارة الماء ، هو مقياس لشدة الاشعاع . وتعتمد معظم الأجهزة الفلكية المستخدمة لقياس شدة الاشعاع الشمسى أساسا على مثل هذه الخاصية .

ولنتأمل قليلا فى طريقة تقدير الطاقة الاشعاعية التى

تصلنا على سطح الأرض لتمدنا بالدفء والحياة ، ولنعرف الكمية المعروفة لدى الفلكيين بالثابت الشمسى .

يمكننا أن تعرف هذا الثابت ، بأنه مقدار الطاقة الاشعاعية المتكاملة التى تسقط عمودية على وحدة المساحات فى دقيقة واحدة من الزمن ، مقاسه على ارتفاع من سطح الأرض خارج الغلاف الجوى .

هناك أجهزة خاصة لقياس هذا الثابت تتكون أساسا من قطعة من المعدن مغطاة بطلاء أسود خاص يمتص الاشعاعات الساقطة عليها جميعا ، ويحولها الى طاقة كهربائية يمكن قياسها كما نقيس التيار الكهربائى المعتاد . وقد عملت أرصاد عديدة فى مناطق مختلفة على سطح الأرض ، وعلى قمم جبال مرتفعة كجبال الألب وغيرها ، لتقدير هذا الثابت تقديرا دقيقا .

وقد أجريت مثل هذه الأرصاد فوق قمة جبل سانت كاثرين ، الذى يبلغ ارتفاعه ٢٦٠٠ متر فوق سطح البحر فى شبه جزيرة سيناء ، وذلك خلال عدة أعوام من ١٩٣٣ حتى ١٩٣٨ ، ونشرت الأبحاث المتعلقة بها فى حينها .

وتدل متوسط التقديرات المختلفة التى عملت ، أن

الثابت الشمسى يقدر بحوالى سعرين حرارين على السنتيمتر المربع فى الدقيقة . وهذا يعادل طاقة قوتها خمسة ملايين حصان على كل ميل مربع . تنقص هذه الطاقة بعد مرورها فى طبقات الغلاف الجوى المحيط بالأرض الى ما يقرب من سبعين فى المائة من قيمتها .

ولقد دلت الأرصاد التى تكررت فوق قمم الجبال على مدى السنين الطويلة ، على أن هناك تغيرات بسيطة فى مقدار هذا الثابت الشمسى ، بما لا يتعدى واحداً فى المائة . ولم يثبت على وجه التحديد اذا ما كان ذلك يرجع الى تغير فى الطاقة المنبعثة من الشمس ذاتها ، أو بسبب اختلاف وتغير فى طبقات الجو المحيط بنا فى كل مرة . ومن الطبيعى أن ننتظر تغيرا فى الطاقة الصادرة من الشمس ذاتها ، بعد أن عرفنا أن الشمس تشبه الكثير من النجوم الأخرى ، ومنها المتغير الاضاءة ، قد يكون التغير منتظما ودوريا ، وقد يكون غير ذلك .

وقد أجريت دراسات مختلفة لتقدير هذا التغير باستعمال وسائل وأجهزة متنوعة ، أوضحت أن معظم التغير يتركز فى الاشعاعات فوق البنفسجية الصادرة من

الشمس . وقد قدر أن هذه الاشعاعات قد زادت فى عام ١٩٣٧ عنها فى عام ١٩٣٣ بمقدار الضعف . كما اكتشفت تغيرات كبيرة أخرى فى هذه الأشعاعات كل احدى عشرة سنة (أى بين كل دورة وأخرى من دورات الكلف الشمسى) .

ولا يخفى أن هذه الاشعاعات فوق البنفسجية لها تأثير كبير على تكوين الطبقات المتأينة الموجودة فى جو الأرض ، وهى التى نستخدمها فى عمليات الارسال اللاسلكى من مكان لآخر فوق سطح الأرض فى اتصالاتنا اليومية .

اننا نعلم أن كل أنواع الطاقة الكامنة فى الأرض هى طاقة صادرة أصلا من الشمس ، فالزيوت وأنواع البترول المختلفة والفحم ما هى الا نتاج للتفاعلات الفوتوكيميائية للاشعاعات الشمسية . على أنه من الممكن كذلك استغلال الطاقة الشمسية بالطرق المباشرة .

ولقد استعملت وسائل متنوعة لاستغلال الطاقة الشمسية استغلالا مباشرا ، وكلها تنحصر فى تجميع هذه الطاقة . فاذا استعملنا مثلا وعاء أو سطحا مقعرا فان

الأشعة الشمسية الساقطة عليه تتجمع فى بؤرة معينة بعد انعكاسها من هذا السطح ، تبلغ درجة عالية من الحرارة يمكن استعمالها فى تسخين المياه ، ثم يمكن بالتالى استخدام البخار المنبعث من هذا الماء فى درجة حرارة عالية ، فى ادارة محركات بخارية لتحصل على طاقة ميكانيكية أو كهربية . وتكون الطاقة المستنبطة بهذه الطريقة طاقة عالية ، الا أنها بطيئة ولا تتناسب كفايتها مع ضخامة الجهاز والتعقيد فى تركيبه . وهى على أية حال طريقة بدائية .

ويمكن استخدام البخار المنبعث مباشرة ، دون الحاجة الى تحويله الى طاقة ميكانيكية أو كهربية ، وذلك لطهى المأكولات مثلا أو فى عمليات كيميائية أو غيرها .

وفى روسيا يستعمل البخار المتولد من المياه الساخنة فى عمليات تعبئة المواد الغذائية داخل أوعية معدنية . وهى تستخدم سطوحا عاكسة للأشعة الشمسية أو مرايا يبلغ قطرها فى معظم الأحوال عشرات الأمتار ، لتحصل على ضغوط تعادل مائة كيلوجرام ، أو ما يعادل عشرة أضعاف الضغط الجوى المعتاد .

كما أن هناك وسائل معينة تستعمل فى عمليات تقطير مياه البحار ويصل معدل ما يمكن الحصول عليه بهذه الطريقة ألف لتر يوميا . وهناك وسائل أخرى تستخدم نفس الأجهزة فى عمليات ادارة آلات التبريد القادرة على انتاج ما يعادل ثلاثين طنا من الثلج فى اليوم الواحد . وهذه طاقة كبيرة لا بأس بها ، ويجرى استخدامها الآن فى بلاد مختلفة .

ولقد استعملت روسيا والهند مطابخ شمسية للاستعمال الخاص يشتمل الجزء الأساسى من الجهاز على مرآة يبلغ قطرها مترا أو مترين ، قادرة على أن تغلى ما يعادل أربعة لترات من الماء فى مدة ساعة من الزمن . الا أنه من الضرورى أن يوالى المرء توجيه مرآته العاكسة فى اتجاه الشمس لتستقبل أشعتها كل فترة قصيرة ، وحتى تجمع أكبر قدر ممكن من الطاقة .

وقد استخدمت الطاقة الشمسية المحتجزة بهذه الطريقة أيضا فى بعض البلدان لتدفئة المنازل والأبنية بكفاية لا بأس بها . كما استخدمت فى أمريكا وفرنسا لغرض دراسة الخواص الطبيعية أو الكيميائية لبعض

المواد تحت درجات الحرارة المرتفعة . ولقد وجد أن هذه هى الطريقة المثلى لعمل مثل هذه الاختبارات ، اذ أنه على الرغم من امكان اختبار هذه المواد تحت درجات الحرارة المرتفعة بطرق أخرى ، غير الأفران الشمسية ، الا أنه وجد أن هذه المواد تفسد فى معظم الأحيان فى مراحل الاختبار ، وقبل الوصول الى الأغراض المرجوة من الدراسة .

على أنه ليس من الضرورى لكى نحصل على طاقة كهربائية أن نلجأ الى استعمال البخار المنبعث من الماء المغلى بالطاقة الشمسية ، اذ يمكن استعمال الخلايا الكهرضوئية الشمسية أو خلايا الازدواج الحرارى فى الحصول على الكهرباء . ولقد استعملت هذه الطريقة على مقياس كبير فى مجال الأقمار الصناعية وما تحتاج اليه أجهزتها من الطاقة لتشغيلها أثناء تحليقها فى الفضاء .

ولقد كان من طريف المعروضات العلمية التى شاهدها علماء الفلك من جميع أنحاء العالم ، أثناء اجتماعهم الدولى فى مدينة بركلى بسان فرانسسكو هذا العام ، سيارة تنطلق بالطاقة الشمسية . ولقد اختيرت السيارة من طراز قديم جدا لتتناسب مع الطريقة البدائية فى الحصول على

الطاقة . ولقد استمتع بركوب هذه السيارة على سبيل الاختبار والتسلية ، كثير من كبار العلماء وقداماهم . وقد توفر فى هـذا الاتساق عامل الانسجام الزمنى . وكل ما هو جديد فى هذه السيارة هو سطحها العلوى . اذ يتكون جميعه من الخلايا الكهرضوئية التى تولد طاقة كهربية مباشرة بتأثير تعرضها لضـوء الشمس المباشر . وهذه الطاقة تبلغ درجة كافية لشحن بطـاريات عادية لا يزيد عددها عن الأربع ، وتعطى هذه البطاريات فى مجموعها قوة دافعة كهربائية قدرها ٢٤ فولتا ، تكفى لتسيير العربة بسرعة تبلغ ثلاثين كيلومترا فى الساعة . الا أنه لا يخفى أن من الضرورى تعريض السيارة لأشعة الشمس بصفة مستمرة تقريبا ، حتى يمكن الحصول على طاقة مستمرة لشحن البطاريات . ويمكن فى المعتاد اذا لم توجد الشمس ، أن تسير هذه العربة فترة لا تزيد عن الساعتين قبل أن تشحن بطارياتها ثانية .

ويمكننا بصفة عامة أن نقدر أن درجـة الكفاية فى استنباط الطاقة الكهربية مباشرة من الطـاقة الشمسية ليست كفاية عالية ، انما هى كفاية لا تزيد فى تقديرنا عن

حوالى ٢٠٪ من الطاقة المستخدمة . الا أنه كما هو الحال فى الأقمار الصناعية التى تستعمل هذه الطاقة يكاد يكون الاعتماد فى الحصول على الطاقة اعتمادا كليا . وعلى أية حال فانه من البديهى أن استعمال هذه الطاقة على نطاق كبير ، ولأغراض عامة مختلفة ، بالكفاية الضئيلة هذه ، ليس هناك ما يبرره بعد ، ما دامت هناك موارد طبيعية متوفرة للحصول على الطاقة ، حرارية كانت أو كهربائية ، بطريقة غير مباشرة من الفحم والزيوت أو من اليورانيوم والمواد المشعة الأخرى ، وجميعها متوفرة فى طبقات الأرض فى كثير من بقاع العالم .

الشمس والجو

نتحدث الآن عن العلاقة بين الظواهر التى تحدث على سطح الشمس وبين ما تحدثه هذه الظواهر من تغيرات مباشرة فى الظواهر الطبيعية للأرض وفى جوها الذى يحيط بها وما عليها من حياة .

لقد أثبت علماء الأرصاد الجوية أن جو الأرض يتأثر بصفة عامة تأثرا ملحوظا بالتغيرات التى تطرأ على سطح الشمس . ولقدتناولوا هذا الموضوع بالبحث فىمؤتمراتهم التى تعقد دوريا ، ودرسوا ما أمكن التوصل اليه من نتائج حصلت عليها مراصد العالم المختلفة طوال الحقب الطويلة من تاريخ الأرصاد ، وأجمع الكثيرون علىوجود تأثيرات تظهر بصفة واضحة فى الفترات التى يكون فيها نشاط الظواهر الشمسية فى أوجه . وهـذا النوع من الدراسة له أهمية كبيرة لا يمكن التقليل من شأنها . وهذه العلاقة سيكون لها حتما شأن كبير فى مستقبل الأرصاد

الجوية القريب وفى وسائل التنبؤ عن حالة الجـو على سطح الأرض لفترة طويلة من الزمن وسنتمكن بذلك من التنبيه قبل حدوث هذه التغيرات بفترة كافية .

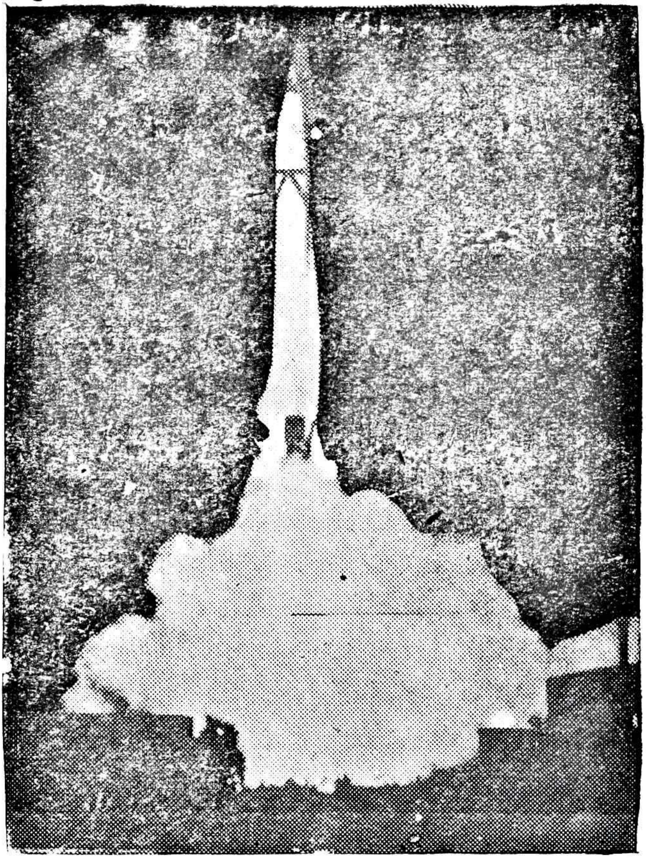
تدور الأرض حول الشمس وأحد قطبيها متجه نحو الشمس تقريبا ثم بعد ذلك يتغير الوضع ويتجه القطب الآخر نحوها . لذلك فان الضوء والاشعاع يتغيران تغيرا كبيرا فى المناطق المختلفة من الأرض .

لذلك فان كل كائن حى ، حيوانى أو نبـاتى ، كل شجرة نابتة ، بل كل ورقة وكل زهرة وكل حبة ، وكلها صور من صور الحياة تنتعش ويتغير حالها ونظامها كلما علت الشمس فى السماء واشتد تأثيرها فى فصول الصيف ثم تستعد كلها بعد ذلك لتستقبل الشتاء القارس البردْ فى ثبات عميق ، عندما تتجه الشمس الى نصف الكرة الآخر. وتتمثل هذه الظاهرة جليّة فى أنواع الحياة الحيوانيـة كذلك ، فبينما تهاجر بعض الطيور من مناطق الصقيع الباردة الى حيث يوجد الدفء ، فاننـا نجـد الزواحف والكثير من الحشرات ، لا تظهر فى فصول الشـتاء أى دليل من دلائل الحياة . وينهج الانسان نفس المنهج ، فنراه

يعد نفسه بالمؤونة والملبس ليتلاءم مع فصول السنة المتغيرة .

وحركة الشمس الظاهرة اليومية حول الأرض ، ان هى الا دورة أخرى لا تقل أهمية عن الدورة السنوية ، ففيها نرى التغير فى أمورنا الحيوية من نشاط أو سبات ونوم .

وعندما تعبر الشمس خط الاستواء فى دورتها السنوية شمالا أو جنوبا ، تؤثر على تحركات الجو المحيط بالأرض ، بحيث يتغير الضغط الجوى فيتناقص تناقصا يتسبب عنه أن تنتقل المناطق الممطرة شمالا أو جنوبا مع حركة الشمس هذه . وهناك فترتان سنويتان ممطرتان فى معظم الأماكن الاستوائية ، أولاهما تقع قرب الاعتدال الربيعى والأخرى قرب الاعتدال الخريفى ، حيث تكون الشمس فى هذه الأوقات متعامدة على المناطق الاستوائية. أما فيما عدا ذلك من المناطق البعيدة عن خط الاستواء فان المواسم الممطرة فيها ينحصر وجودها فى فصول الصيف عندما يصل ميل الشمس أدناه وتبلغ أقصى ارتفاعاتها اليومية .



الصاروخ جوبيتر منطلقا خارج نطاق جاذبية الأرض لدراسة الفضاء

وتتأثر التغيرات الجوية فى المناطق المتوسطة من الكرة الأرضية تأثرا كبيرا بتغير فصول السنة . اذ أنه فى فصول الصيف الواقعة بين شهرى يونيه وأغسطس ، تتحرك كتل الهواء الضخمة من المناطق الصيفية الدافئة ، الى المناطق الشتوية الباردة ، التى لا تتعامد عليها أشعة الشمس محدثة تغيرات مباشرة فى كميات الضغط الجوى وما يتبع ذلك من تغيرات فى العناصر الجوية الأخرى . وتبلغ هذه التغيرات أقصاها فى المناطق التى تقع بين خطى عرض ٢٠ ، ٣٠ شمالا أو جنوبا .

ومن هذا نرى أن هناك تغيرات محددة على كمية الضغط الجوى بسبب اختلاف موضع الشمس على مر أيام السنة وتنحصر هذه التغيرات فى عمليتين أساسيتين . أولاهما أن الضغط الجوى يتناقص فى المناطق الاستوائية، ويزداد فى المناطق البعيدة عنها ، مما يحدث تحركات معينة فى الكتل الهوائية من خط الاستواء فى اتجاه القطبين . وثانيتهما أن الضغط ينخفض أثناء الصيف فوق المناطق القارية بصفة عامة ، وذلك بسبب تحركات كتل الهواء

من القارات الى المحيطات وينعكس الوضع من فصل الصيف الى فصل الشتاء .

وبديهى أن هذه التغيرات جميعا تتأثر كذلك تأثرا ملحوظا بكل ما يطرأ على الطاقة المنبعثة من الشمس من تغيير . فالمعروف أن التغيرات الحرارية فى الارتفاعات القريبة من سطح الأرض ، يسببها انتقال الحرارة بطريقة الحمل فى الاتجاهات الأفقية أو الرأسية . وكلما ارتفعنا عن سطح الأرض ، فاننا نجد أن الحرارة تبلغ أقصى مقدار لها على ارتفاع يبلغ ١٧ كم ، عندما تكون الشمس قرب السمت . اذ أن هذه الزيادة فى درجة الحرارة مردها الى أن الكميات المتوفرة من غاز الأوزون فى طبقات الجو العليا ، تمتص أشعة الشمس امتصاصا مباشرا . وتبلغ كثافة الهواء على هذا الارتفاع $\frac{1}{9}$ كثافته عند سطح الأرض .

وتحدث التغيرات التى تطرأ على الضغط الجوى تأثيرات كبيرة مباشرة فى العناصر الجوية الأخرى ، وأهمها سرعة الرياح واتجاهاتها ، وهى بدورها كفيلة بأن تتسبب فى وجود السحب والأمطار .

ولا يقل تأثير الحركة اليومية للشمس حول الأرض عن تأثير حركتها السنوية ، فعندما تنتقل الشمس من الأفق الى السمت ثم الى الأفق ثانية ، فان الحرارة ترتفع ثم تنخفض ثانية ويكون معدل الارتفاع والانخفاض أسرع منه فى اليابس عنه فى الماء ، ويكون ذلك سببا فى تغيرات يومية وأخرى نصف يومية ، محدثة تذبذبات لتحركات الكتل الهوائية السطحية وتنقلاتها من اليابس الى الماء نهارا وعودتها اليه ليلا ، محتفظة بتوازنها طيلة الوقت .

وبالرغم من أن الدورة اليومية والدورة السنوية للشمس لهما التأثير الأكبر فى حياتنا اليومية الا أنهما لا يتكرران بانتظام مطلق لما بيناه من أسباب . ويتسبب هذا الاختلاف فى تقلبات الطقس القصيرة المدى . ويعتقد الكثير من علماء الأرصاد أن التغيرات غير الدورية هذه ، تحدثها عوامل طبيعية كثيرة معقدة ومتداخلة بعضها فى البعض ، بحيث يصعب حسابها والتكهن بها الا الى فترة قصيرة من الزمن ، ولكن النشاط الشمسى هو العامل الأساسي فى ذلك .

فقد عرفنا أن هناك حمما تتصاعد من داخل الشمس الى خارجها ، وتظهر لنا على شكل ألسنة اللهب أو الكلف او اللطع البيضاء او غير ذلك من الظواهر السابق شرحها . وقد بينا أن هذه الاشعاعات تحدث عند التقائها بطبقات جو الأرض العليا ماتحدث من تأثيرات كهربية ومغناطيسية الى غير ذلك .

وقد دلت متوسطات قياسات الضغط الجوى التى تؤخذ فى مراصد متعددة موزعة توزيعا شاملا ، أن قيمها تختلف اختلافا يؤكد توقفها على شدة النشاط الشمسى ، وبخاصة فيما يتعلق بظواهر الكلف الشمسى وما يصحبها من البريق .

وتعتمد عملية التنبؤ بأحوال الطقس اعتمادا أساسيا على تتبع تحركات موجات الضغط العالى والضغط المنخفض ، وما يتبع ذلك من تحركات الكتل الهوائية من منطقة الى أخرى وما يلى ذلك من تغير فى العناصر الأخرى . وتحدث هذه التغيرات بسرعة لا تسمح بالادلاء عن بيانات دقيقة عن مستقبل التغيرات الا لفترات لاتزيد عن يومين أو ثلاثة .

وقد أمكن من نتائج الدراسات التى تؤخذ بواسطة الأقمار الصناعية ، متابعة تحركات الكتل الهوائية ودراسة عناصرها على مقياس كبير ، اذ أن هذه الأقمار تمر خلال طبقات مختلفة الارتفاع ، كما تعبر خط الاستواء الى شمالية وجنوبية فى فترات قصيرة ، وبذلك تجمع المعلومات التى يستند اليها رجال التنبؤ فى عملياتهم ، وقد وضعت أمامهم بطريقة أعم . وأصبح من الموثوق به أن يتمكن الانسان بهذه الطريقة الى التعرف على حالات الطقس والتغيرات التى تطرأ عليها ، لمدة أطول بكثير عنها باستعمال الطرق السالفة ، وسيتيسر ذلك بصفة خاصة ، عندما تستغل الأقمار الصناعية استغلالا أوسع مدى وبالوفرة الكافية .

وباستعمال هذه الطريقة أو تلك فانه يتعين علينا أن ندخل فى الاعتبار مقدار التغير بالزيادة أو النقصان فى ما تتشبع به الطبقات المرتفعة من جو الأرض ، من كميات الحرارة القادمة من الشمس ، والتى تختزنها ثم ترسلها بالتالى أو تمنعها عن الطبقات الأدنى .

واذا سلمنا بأن التغيرات فى الضغط الجوى مرتبطة

بالتغيرات التى تحدث فى نشاط الشمس ، فان ذلك معناه أن متابعة الاحداث والظواهر التى يتعرض سطح الشمس لها بين الحين والآخر ، هى فى ذاتها من العمليات الأساسية للوصول الى غرضنا .

***

أوضحنا فيما سلف أن البقع الشمسية تظهر على سطح الشمس بنظام دورى كل احدى عشرة سنة ، وقد عملت تحليلات كثيرة تناولت دراسات هذه البقع من حيث العدد . ودلت هذه التحليلات على أن هناك دورات ثانوية أخرى كل أربع سنوات وكل ست وأخرى كل ثمانى سنوات وثلاث عشرة ، ذلك بالاضافة الى الدورة الثانوية المعروفة كل ٢٣ سنة .

وقد قورنت هذه الدورات بمتوسطات العناصر الجوية المختلفة ، بغرض الوصول الى علاقات تربط بين بعضها البعض ، ويمكن أن تؤخذ أساسا مبدئيا للمتابعة المستقبلة . ولكن دلالات هذه الدراسات لا تشير الى وجود علاقات منتظمة مفقفة تمام الاتفاق الا فى الدورة الرئيسية .

ولقد أعطيت عناية خاصة لدراسة دورة طولها ستة أشهر يتميز بها التغيرات التى تطرأ على الضغط الجوى وكميات الأمطار ، هذه الدورة تحدث بسبب وجود الشمس متعامدة على خط الاستواء مرتين كل سنة ، ويصل الفرق بين درجات الحرارة عند القطبين وعند خط الاستواء أقصاه حينئذ ، كما أن قياسات العناصر المغناطيسية الأرضية والتى ترتبط ارتباطا وثيقا للأحداث التى تجرى على سطح الشمس قد بينت حدوث مثل هذا التغير ، وقد اختلفت الآراء فى تفسير هذه الظاهرة نصف السنوية التى أثارت التساؤل فيما اذا كانت الأرض فى حركتها حول الشمس ، هى السبب فى احداث التغيرات السطحية على الشمس ، أو أن الشمس والأرض يكونان فى أوضاع خاصة كل ستة أشهر ، حيث تكون التغيرات الشمسية أكبر تأثيرا وأسهل فاعلية على الأرض وجوها .

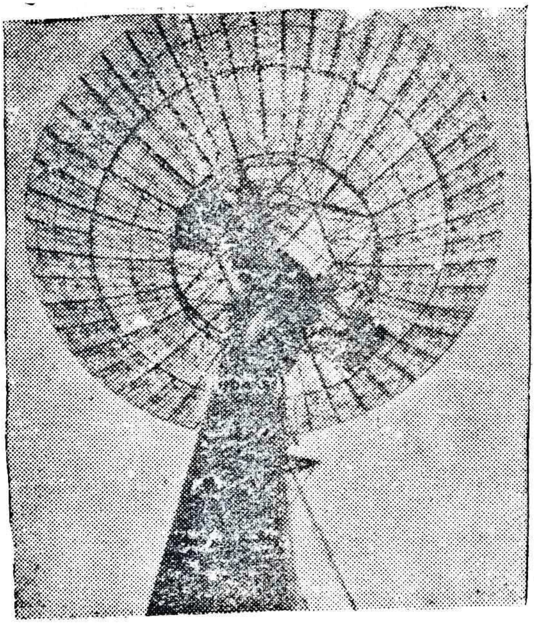
وهناك كثير من التغيرات الدورية التى تنتاب بعض أنواع النبات والحيوان . ولكن هذه التغيرات الدورية تختلف مدة كل منها عن الأخرى . فقد وجد مثلا أن الجراد له دورة كل سبع عشرة سنة ، ويزداد تكاثر الفئران

زيادة كبيرة كل أربع سنوات . ومثل هذا يقال عن أنواع الميكروبات التى تسبب بعض الأمراض مثل الدفتريا ، وعن بعض الأسماك مثل السالمون .

وقد فسر بعضهم الاختلافات فى الفترات الدورية لمثل هذه الكائنات ، بسبب اختلاف الحساسية الخاصة التى يتمتع بها كل نوع لاشعاعات معينة ، تؤثر فيها مباشرة أو تؤثر فى البيئة المحيطة بها بدرجات متفاوتة .

ولعل أهم التأثيرات المباشرة التى تلاحظها فى الفترات التى يصل النشاط الشمسى فيه أقوى ما يمكن ، هو حدوث تغيرات معينة فى شدة المجال المغناطيسى للأرض ، وفى ظهور ما نسميه بالشفق القطبى ، وكذلك حدوث تغييرات مؤكدة فى كثافة الطبقات المتأنية فى طبقات الجو العليا . فمن المعروف أن الأرض كغيرها من الكواكب والأجرام السماوية الأخرى ، لها مجال مغناطيسى كبير الشبه بالمجال المغناطيسى الذى تحدثه كرة كبيرة ممغطسة ، يتركز قطبا مغطستها عند نهايتى أحد محاورها .

وهكذا فان الكرة الأرضية لها قطبان مغناطيسيان بالقرب من قطبيها الجغرافيين ، الشمالى والجنوبى .



المنظار اللاسلكى متجها نحو الشمس

ويظهر تأثير هذه المغطسة فيما نسميه بالمجال المغناطيسى بدرجات متفاوتة فى مناطق مختلفة حول الكرة الأرضية، ويقل تدريجيا كلما ابتعدنا عن الأرض .

فاذا راقبنا شدة المجال المغناطيسى للأرض عند بقعة معينة على سطحها ، أمكننا مشاهدة تغيرات دورية تتكرر يوميا بصفة منتظمة . ولكن هــذه التغيرات تضطرب اضطرابا شديدا عندما يزداد النشاط الشمسى . وقد يصل هذا الاضطراب درجة بالغة من الشدة ، ونسميه فى هذه الحالة اصطلاحا بالعواصف المغناطيسية .

فعند ظهور البقع الشمسية (الكلف الشمسى) فوق سطح الشمس — هذه البقع السوداء تظهر كما أوضحنا بدرجات متفاوتة فى الحجم والعدد والتكوين — يصحب وجودها فى أغلب الأحيان وجود مناطق صغيرة جدا ترى فى الصور الفوتوغرافية لقرص الشمس على شكل بقع شديدة اللمعان جدا يطلق عليها اسم البريق . وتشاهد هذه المناطق عادة قرب حافة البقع الشمسية . وما هذه المناطق الا مناطق انفجارات عنيفة تنشط على سـطح الشمس ، ويتفاوت مدة مكثها بين بضع دقائق وقد تصل

الى ساعات . وينطلق منها عند ظهورها فى كل مرة طاقة اشعاعية قوية جدا ، أمكننا رؤيتها وتلمسها فى الاشعاع المرئى ، وفى الموجات اللاسلكية وفى الجزيئات الكهربية المنبعثة منها . ولقد أثارت هـذه الاشعاعات المنبعثـة من هـذه المناطق كثيرا من الجـدل والنقاش ، وراح الكثيرون يضعون النظرية تلو الأخرى بغرض تفسيرها والوقوف على ماهيتها .

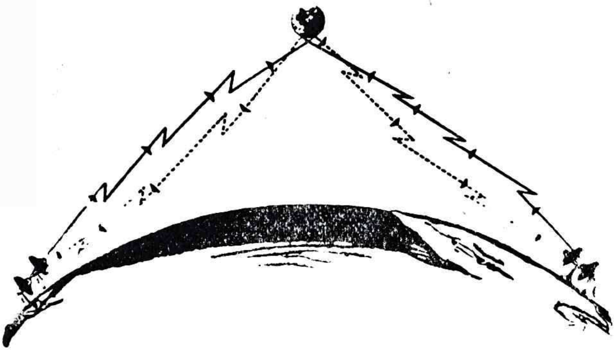
تبدأ هذه المناطق ضعيفة ثم تبلغ أقصى شدتها بسرعة كبيرة ، ثم تأخذ بعد ذلك فى الاضمحلال تدريجيا الى أن تتلاشى ؛ وفى كثير من الأحيان تصل هـذه الاشعاعات الموجية والجزيئات الكهربية الى طبقات جـو الأرض العليا . تصل أولاهما كما تصل جميع الموجات الضوئية فى مدة ثمانى دقائق ، بينما يستغرق وصول الجزيئات الكهربية مدة تتراوح بين العشرين والأربعين ساعـة . وتشتمل أولاهما وهى الأشعة الموجية على أشعة اكس وأشعة مرئية وأشعة طويلة الموجات . أما أشعة اكس والتى تسبب تأينا شديدا فى الطبقة المسماة بالطبقة د وهى احدى الطبقات الجوية المحيطة بالأرض ، فيظهر

تأثير الاضطرابات الناتجة عنها فى الطبقــات المتأينة فى التسجيلات التى تؤخذ فى المراصد بصفة مستمرة لعناصر المغناطيسية الأرضية . كما تؤثر هذه الأشعة فى استقبال الموجات القصيرة بالأجهزة اللاسلكية ، فينقطع الاستقبال جزئيا أو كليا بسبب امتصاص الطبقات المتأينة المتأثرة بأشعة اكس للموجات القصيرة المرسلة من مكان الى مكان آخر على سطح الأرض ، بدلا من انعكاسها على الطبقة المتأينة لتصل الى المكان المحــدد لها . ولقــد أوضحت المعلومات التى وصلنا اليها من الصواريخ عند ارسالها الى طبقات الجو العليا وقت وجود ظواهر البريق الشديدة هذه ، الى وجود نوع من أشعة اكس يتميز بطاقة عالية تبلغ حوالى المائة ألف فولت . ووجود هذه الطاقة يبعث على الاعتقاد بأن درجة حرارة الشمس تبلغ حوالى ١٠٠ مليون درجة مئوية ، وكانت الطاقة المقدرة لهذه الاشعاعات قبل استعمال الصواريخ لا تزيد عن ٧٠٠٠ فولت . أما الأشعة المرئية فيمكن تسجيل تأثيرها ومتابعتها بواسطة الأجهزة الضوئية المعتادة .

وتراقب الأشعة ذات الموجات الطويلة المنبعثة من

ظواهر البريق أيضا بواسطة المناظير اللاسلكية المنتشرة فى مراصد مختلفة على سطح الأرض . وتتميز هذه المناظير اللاسلكية بعظم حجمها بالنسبة للمناظير البصرية المعتادة، فهى تتركب عادة من سطح كروى أو هندسى آخر ، قد يصل قطره فى بعض الأحيان الى مئات الأمتار . يصنع هيكل هذا السطح من الحديد أو غيره من المعادن المناسبة ، ويغطى بطبقة أو شبكة من الألمنيوم ، يتوسطه هوائى يصمم تصميما خاصا ويتصل بأجهزة استقبال لاسلكية شديدة الحساسية . ويثبت هذا السطح الكروى بما يحمل من معدات على هيكل مرتفع عن سطح الأرض، متحرك فى جميع الاتجاهات الأفقية والرأسية ، يمكن بواسطته متابعة قرص الشمس أثناء حركته اليومية عبر السماء .

ولقد استعملت هذه المناظير اللاسلكية فى أغراض فلكية متعددة ، وهى تختلف فى تصميمها وفقا للغرض المطلوب . فبينما يستعمل بعضها فى استقبال الموجات الطويلة المنبعثة من مناطق الانفجار على سطح الشمس كما أوضحنا ، يستعمل غيرها فى استقبال الموجات



القمر الصناعى الأمريكى وقد استعمل فى ارسال الاشـــارات اللاسلكية من منطقة الى منطقة أخرى فوق سطح الأرض

اللاسلكية المنبعثة من بعض النجوم أو المجرات البعيدة ، المنتشرة فى أرجاء الكون المترامى الأطراف .

وهناك أيضا أنواع أخرى من المناظير اللاسلكية توجه الى الكواكب السيارة القريبة والبعيدة مثل عطارد والزهرة والمريخ والمشترى ، بغرض استقبال الاشعاعات المنبعثة منها والتعرف على ماهيتها . وقد أمكن قياس أبعاد بعض الكواكب السيارة والأجرام السماوية الأخرى باستعمال هذه المناظير ، وذلك من معرفة الفترة الزمنية التى تستغرقها الموجة الاشعاعية المرسلة من هذه الأجهزة لتصل الى الجرم السماوى ، ثم تنعكس منه لترد بالتالى الى الأرض وتستقبلها أجهزة مماثلة ، ومن السرعة التى تسير بها هذه الموجات فى الفضاء . وهذه الطريقة بعينها لا تختلف فى أساسها عما يستعمل فى العمليات الحربية عند تعيين مواقع الغواصات فى المحيطات أو الطائرات بأجهزة الرادار المعروفة .

أما الجزيئات الكهربية التى تنبعث من مناطق الانفجار التى تحدثنا عنها ، فانها رغم كونها تسير بسرعة بطيئة بالنسبة للأشعة الموجية المعتادة ، اذ لا تزيد سرعتها

عن ١٠٠٠ ميل فى الثانية ، بينما تصل سرعة الضوء المعتادة الى ١٨٦٠٠٠ ميل فى الثانية ، فانها لا تؤثر فى جو الأرض الا اذا تصادف وجود الكرة الأرضية فى مواجهتها، وداخل نطاقها ..فاذا تعرضت الأرض أثناء دورانها حول الشمس فى مدارها لهذه الأشعة الكهربية ، التى تنطلق من مناطق انفجارات على شكل مخروط من الجزيئات ، فان جو الأرض يعانى من ذلك اضطرابات تؤثر فيه ، وتحدث ما أسلفنا الاشارة اليه من العواصف المغناطيسية.

وكثيرا ما يصحب حدوث مثل هذه العواصف ما يسمى بالوهج أو الشفق القطبى ، وهو وهج يظهر فى بدء الليالى المظلمة ، يكون أغلب ظهوره فى المناطق القريبة من القطبين ، ولذا سمى بالوهج القطبى ، ويندر ظهوره فى المناطق القريبة من خط الاستواء .

الأشعة الكونية الصادرة من الشمس : ويحدث فى جميع الأحيان التى تظهر فيها مناطق البريق الشمسية أن تنبعث اشعاعات تتكون من ذرات ذات طاقة عالية ، وتسير بسرعة كبيرة تقرب من سرعة الضوء . هذه الاشعاعات التى تعرف بالاشعاعات الكونية ، والتى

توجد بدرجات متفاوتة وتتغير وفقا لعوامل كونية متغيرة، تزداد زيادة كبيرة ، ويزداد بالتالى ما يصل منها الى جو الأرض . ووصول مثل هذه الاشعاعات يثير التساؤل عن ماهية التفاعلات التى تحدث فى هذه المناطق من سطح الشمس ، وكيف تتكيف مسارات هذه الذرات عند انطلاقها من الشمس بحيث تصل الينا فى بعض الأحيان عندما تكون مناطق البريق فى أوضاع معينة على قرص الشمس ، وكيف تتأثر هذه المسارات بقوى الجاذبية المتسببة من الكواكب الشمسية الأخرى ، التى قد يتصادف وجودها بالقرب من هذه المسارات .

وهنا أيضا يجدر التساؤل ، كيف يمكن تفسير العلاقة بين هذه الاشعاعات وبين الاشعاعات الكونية بصفة عامة ، والتى تنبعث من نواحى الكون المختلفة وما فيها من أجرام ، والتى تصل أيضا الى الأرض ، ولم تتبين بعد مصادرها على وجه التحديد .

السنة الچيوفيزيقية : هذه الاستفسارات العديدة لم تحدد الاجابات عليها بعد ، الا أنه من الجدير بالذكر أن نبين هنا أنه أثناء السنة الچيوفيزيقية ، وهى

الفترة التى استغرقت مدة عام أو يزيد ، نشطت جميع المراصد العالمية وكثير من المؤسسات العلمية الدولية المهتمة بنواحى العلوم الفلكية والكونية والطبيعية ، وقامت ببرامج متعددة فى هذا المضمار . وهذه البرامج كانت تهدف الى التعرف على مدى التغيير فى القياسات والقيم الأساسية لشتى الظواهر الطبيعية ، فى كل ما يتعلق بكوكبنا الأرض وما يتأثر به سطحها وجوها وابعادها من مؤثرات خارجية أو مؤثرات ناشئة من الأرض ذاتها . ورغم ما سبق الاتفاق عليه دوليا من تحديد بداية هذه السن الجيوفيزيقية ونهايتها ، الا أنه لأهمية الأبحاث التى أجريت وما استلزمه ذلك من اعدادات وتجهيزات خاصة ، اتفق على أن تستمر بعض هذه الدراسات الى أجل لم يحدد بعد ، حتى تصل المعلومات التى تجمع فيها درجة من الكفاية المرجوة .

وفى هذا المجال فازت البرامج المتعلقة بالأرصاد الشمسية بنصيب كبير جدا ، فلقد ابتدعت وسائل جديدة للرصد والبحث والتقصى ، ولقد اختير عام ١٩٥٧ بالذات لكونه يتفق مع الفترة التى يبلغ فيها النشاط الشمسى

أقصاه . وكما أوضحنا فان النشاط الشمسى من حيث كثرة وجود البقع الشمسية ، وامتداد ألسنة اللهب ، وكثرة مناطق البريق وما الى ذلك من اضطرابات ملحوظة على سطح الشمس وفى جوها ، يتغير بين الزيادة والنقصان بدرجة منتظمة ، فى دورة زمنية قدرها ١١٫٥ سنة بين كل دورة وأخرى . ولقد ازداد النشاط فى هذه السنة بالذات (١٩٥٧) زيادة غير عادية ، وكان متوسط هذه الزيادة بمقدار ٣٠ فى المائة عنه خلال دوراته الثمانى عشرة السابقة . وهذا معناه أن هذا النشاط الشمسى لم يحدث له مثيل منذ قرنين من الزمان .

الشمس والحياة

المد والجزر :

كثير منا من يمضى الصيف على شاطىء البحار الممتدة شمالى جمهوريتنا فى بلادنا الساحلية على شاطىء البحر الأبيض المتوسط ، أو شرقيها عند سفوح التلال التى تنتهى الى رمال شواطىء البحر الأحمر . وكم لفت نظرنا انحسار مياه البحر جزءا من النهار أو الليل بحيث يمتد الساحل الى مسافات بعيدة ، ثم ترتفع المياه ثانية وتغطى مناطق مرتفعة بعد مضى ساعات .

وتلاحظ هذه الظاهرة فى مياه البحر الأحمر بدرجة أكثر وضوحا منها عند شواطىء البحر الأبيض . وهذه الظاهرة هى التى نعرفها بظاهرة المد والجزر .

وكلمتا المد والجزر تستعملان للتدليل على هذه الظاهرة ، فكلمة المد يقصد بها ارتفاع المياه بالنسبة

للشواطىء أو بالنسبة لمتوسط ارتفاع المياه ، كما أن كلمة الجزر يقصد بها عكس ذلك ، أى انحسار المياه عنها . ولا يجوز أن تطلق الكلمة الأولى أو الثانية على مياه البحار أو الأنهار عندما تكون مرتفعة أو منخفضة فعلا ، ففى هاتين الحالتين تكون المياه فى حالة سكون لا حركة فيها ، وانما يبدأ المُد عندما تبدأ المياه فى التحرك مرتفعة على الشواطىء ، كما يبدأ الجزر بعد فترة سكون المياه المرتفعة ثم بعد ذلك تبدأ فى الانخفاض ، ومع ذلك فان المصطلح عليه بين الكثيرين هو استعمال الكلمتين للتدليل على الظاهرة بصفة عامة .

يعرف البعض أن هذه الظاهرة انما هى تنيجة لجذب القمر أو الشمس للمياه التى تغطى أجزاء من الكرة الأرضية ، ولكن الكثيرين منا لا يفهم النظرية التى تفسر هذا الحدث فهما جيدا .

تحدث هذه الظاهرة تنيجة لجذب القمر وجذب الشمس بحيث تنسحب مياه البحار والمحيطات الى الناحية التى تواجه القمر ، وبعبارة أوضح ترتفع المياه فى الأماكن

التى يكون القمر فيها فى منتصف السماء ، أو عندما يعبر خط الزوال .

ولكن رغم صحة هذا القول ، الا أنه لا يمثل الواقع تمثيلا صحيحا ، لأن مياه البحار والمحيطات لا ينحصر ارتفاعها فى الأماكن المواجهة للقمر فحسب ، ولكنها ترتفع أيضا فى الناحية الأخرى من الأرض المقابلة لهذه الأماكن . ولذلك فهناك مدان يحدثان فى نفس الوقت ، يفصل كل منهما عن الآخر زاوية قدرها ١٨٠ درجة ، أو مسافة قدرها نصف محيط الكرة الأرضية .

وبسبب دوران الأرض فى حركتها اليومية حول نفسها مرة كل ٢٤ ساعة ، فان كل بقعة من الأرض تكون تحت تأثير المد مرة كل ٢٤ ساعة أيضا ، ويحدث به مدان يوميا يفصل بين الواحد والآخر فترة اثنتى عشرة ساعة .

وقد يكون من السهل أن نفهم السبب فى ارتفاع المياه فى المكان المواجه للقمر — بسبب قوة جذب القمر — ولكن السبب الذى من أجله يشاهد المد فى الاتجاه المقابل من الجهة الأخرى من الأرض يحتاج الى توضيح . الواقع أن جذب القمر لا ينحصر تأثيره على

مياه المحيطات والأنهار فقط ، ولكنه يمتد الى اليابسة كذلك ، فتنجذب الأجزاء اليابسة من الأرض أيضا من الجانب غير المواجه للقمر . تنجذب هذه الأجزاء فى اتجاه القمر بحيث تترك المياه فى المحيطات المقابلة ، وتظهر مرتفعة بالنسبة للشواطىء المجاورة وينبعج سطحها الى الخارج .

وليس القمر هو الجسم الوحيد المسئول عن عملية المد ، ولكن الشمس لها تأثير فى هذه العملية أيضا بالرغم من أنه يقل عن تأثير القمر .

ان الشمس أبعد بكثير عنا من القمر ، اذ يبلغ بعدها عنا ما يعادل ٣٧٣ر٣ مرة بعد القمر ، وهذا معناه أن تأثير جذب الشمس يقل عن تأثير القمر بمقدار (٣٧٣ر٣) وهذا يساوى ١٣٩٣٧٥ مرة . ولكنه نظرا لكبر الفارق بين حجم الشمس وحجم القمر ، اذ تبلغ الأولى قدر الثانى ٢٥١٨٠٨٠٠ ضعف ، وحيث ان هذا المقدار أكبر بكثير من الرقم السابق (١٣٩٣٧٥) ، فان تأثير جذب الشمس على الأرض لابد وأن يكون أشد بكثير من تأثير جذب القمر ، بنسبة تعادل نسبة العددين الأخيرين.

ولكن الحقيقة غير ذلك . والسبب فى ذلك هو أن عملية المد هذه ناتجة من عدم تساوى الجـذب الموزع على أجزاء الكرة الأرضية ويزداد المد كلما ازداد تباين قوى الجذب على أنحاء الكرة والعكس بالعكس . فاننا نرى أن المسافة بين الشمس والأرض — مقدرة بطول قطر الأرض نفسها — تعادل ١١٥٣٧ قطرا ، ولذلك فان الفرق بين بعد الشمس عن الوجه المقابل لها من الأرض وبين بعدها عن الوجه الآخر من الأرض يبلغ ١/١١٥٣٧ من المسافة كلهـا . بينما نجد أن بعد القمر عن الأرض (مقدرا كذلك بطول قطر الأرض) يعادل ٣٠ قطرا ، ولذلك فان الفرق بين بعد القمر عن الوجه المقابل له من الأرض وبين بعده عن الوجه الآخر من الأرض يبلغ فقط ١/٨٠٣ من المسافة كلها . ومن هذا يتضح أن عدم تساوى الجـذب على أجزاء الأرض المختلفة فى حالة القمر أكثر بكثير منه فى حالة الشمس ، اذ تبلغ النسبة بينهما كنسبة ٢ ١/٢ : ١ .

ومهما كان الأمر فان هناك نوعين من المد ، مد قمرى ومد شمسى . فعندما يقع كل من الشمس والقمر والأرض على امتداد خط مستقيم ، سواء كان ذلك فى أول الشهر

العربى أو فى آخره ، يجتمع تأثير المدين معا وتبلغ ظاهرة المد والجزر أقصى ما تبلغ . أما اذا كان القمر فى التربيع الأول أو الأخير فان التأثيرين يتعامدان ، ويضعف تأثير كل منهما الآخر ، وتبلغ الظاهرة فى هذه الحالة نهايتها الصغرى .

وهناك جداول خاصة تشتمل على نتائج الحسابات الفلكية التى توضح مواقيت المد والجزر ، أقصاها وأقلها ، لأماكن مختلفة من سطح الأرض ، وهذه الجداول ذات أهمية بالغة فى أعمال الملاحة البحرية .

ومن السهل أن يتبين المرء اذا هو اطلع على مثل هذه الجداول ، أن هناك فترة زمنية تنقضى بعد مرور القمر أو الشمس فوق خط زوال مكان معين ، قبل أن تحدث ظاهرة المد ، وأن هذه الفترة تختلف باختلاف المكان ، ولكنها ثابتة ثبوتا نسبيا بالنسبة للمكان الواحد. ويرجع ذلك الى أن عوامل الاحتكاك التى تحدث بين المياه المتحركة وبين قيعان البحار والمحيطات التى تحتويها شواطئها تؤخر حدوث المد بعد مرور القمر أو الشمس فوق خط الزوال ، كما يرجع الى عوامل فلكية أخرى.

والواقع أن هذه الظاهرة تتوقف الى حد كبير بخلاف ما ذكر ، على طبيعة وأشكال الشواطىء وقيعان المحيطات، كما أنها تتأثر تأثرا ملحوظا بتأثير الرياح والضغط الجوى والتيارات المائية العامة .

واذا افترضنا أن سطح الكرة الأرضية كامل الاستدارة ، وتغطيه المياه بدرجة متساوية فى جميع الاتجاهات ، فان ارتفاع المياه يتأثر بتأثير المد الشمسى يبلغ حوالى قدمين بينما يبلغ المد القمرى حوالى أربعة أقدام . الا أن سطح الأرض ليس كذلك ، وليس بالاستواء الذى افترضناه ، ولا تغطيه المياه فى جميع الأنحاء . ولذلك فاننا نجد المياه ترتفع فى بعض الأحيان بكميات هائلة تبلغ سبعين قدما فى بعض البحار والخلجان العميقة التى تتجه مصباتها فى اتجاه سير الموجة المدّية ، وبحيث تتوفر فيها بعض الشروط المعينة .

واذا انخفض الضغط الجوى كذلك فانه من المعتاد أن يتوقع البحارة ازدياد ارتفاع المد ، وتكون النتيجة عكس ذلك فى حالة ارتفاع الضغط الجوى . فاذا انخفض الضغط الجوى بما يعادل بوصة واحدة ، فان هذا

يقابل ما يقرب من القدم بالزيادة أو النقصان فى ارتفاع المياه .

وتبلغ تقديرات هذه الظاهرة فى بعض الأماكن من الدقة والانتظام درجة يستعملها بعض أهالى المدن الساحلية والبحارة فى التعرف على الوقت بدلا من استعمال الساعة الزمنية . كما أنهم يتداولون بعض الاصطلاحات الخاصة التى ابتدعوها للتدليل على هذه الأحداث .

وتتأثر مياه الأنهار فى بعض المناطق بموجات المد أيضا ، ولكنها تختلف فى الأنهار عنها فى البحار المفتوحة ؛ وذلك يتوقف الى حد كبير على شكل الموجات المندفعة فى الأنهار ، بحيث ترتفع الموجة المدية المندفعة بميل بسيط فى اتجاه حركتها ، بينما يكون الجانب الآخر من الموجة والذى يندفع بتأثير حركة الأمواج فى الاتجاه المضاد مائلا ميلا شديدا . ولذلك فان حركة موجات المد تكون خطرة بالنسبة للملاحة فى مصاب بعض الأنهار .

وقد جاء فى تقارير الكابتن مور عام ١٨٩٢ عن

محاولته اجتياز مصب نهر تسن تانج ، الذى يصب فى بحر الصين بالقرب من مدينة شنغهاى بقافلة من السفن ، انه تعرض لأخطار جسيمة فى هذه العملية . وكان ذلك بسبب اختلاف حركة موجات المياه فى اتجاه تيارات المد ، عنها فى الاتجاه المضاد كما بينا . اذ بينما كانت سفن القافلة متجهة فى مسيرها أعلى النهر ، توقفت أولى سفن القافلة بتأثير موجات المياه العكسية . وبالرغم من الاحتياطات الكبيرة التى اتخذت ، وبالرغم من تثبيت السفينة فى قاع النهر ، الا أنها دارت دورة شديدة حول نفسها ، مما أدى الى اصطدام السفينة اللاحقة بها صدمة قوية ، وقد كانت هى الأخرى على قمة الموجة مندفعة فى اتجاه السفينة الأولى ، ولم تتمكن من تجنب الحادث بسبب الحركة المفاجئة التى تعرضت لها . وما حدث للسفينة الثانية حدث للسفينة الثالثة ، فقد اصطدمت هى الأخرى بالسفينتين الأوليين . حدث كل ذلك بالرغم مما عرف به قائد القافلة من المهارة والمقدرة الفائقة ، ولم تجد جميع الاحتياطات التى كان قد اتخذها منذ بادىء الأمر حتى تبقى كل سفينة على مسافة كافية من

التى تليها ، وتكون فى مأمن من الاصطدام . وقد أمكن انقاذ جميع السفن بعد ذلك من الغرق المحقق التى تعرضت له بتأثير عملية المد الشديدة .

وقد كانت هذه القافلة مكلفة بعمل قياسات ومداسات بحرية مختلفة فى مجرى النهر، منها قياس الأعماق وتحركات المياه أثناء فترات المد والجزر ، وكذلك الحصول على خرائط ورسومات وصور فوتوغرافية ملاحية . وقد كانت المياه تندفع عند فوهة النهر المتسعة هذه بقوة جبارة ، على شكل لسان يبلغ ارتفاعه عشرة أمتار .

وكان الصينيون لا يتفاءلون فى ظواهر المد فى هذه المناطق ويعتبرونه نذير شؤم على البلاد .

ومن طريف ما يحكى بهذا الصدد انه كان بأرض الصين منذ مئات السنين قائد عظيم ، أحرز انتصارات وفتوحات كثيرة على الامبراطور فى ذلك الوقت . ولما ازدادت غيرة الامبراطور وحنقه على القائد المظفر ، بسبب تعلق عامة الشعب به اعجابا وتقديرا ، أوعز بقتله والقاء جثته فى نهر تسن تانج . ولكن روح القائد بعد

مقتله صممت على أن تنتقم له ضد الامبراطور . وتم هذا الانتقام . هاج البحر وماج وتحركت مياهه وحدث مد شديد هائل من المحيط ، سبب ارتفاع المياه بدرجة كبيرة داخل النهر ، أغرقت مدينة هانج تسو ، وكانت عاصمة الصين المزدهرة فى ذلك الحين ، كما أغرقت جزءا كبيرا من البلاد .

ولما رأى ذلك الامبراطور ، ذعر لهول المأساة ، وتألم من الخسارة الفادحة التى ألمت به وبامبراطوريته ، لذلك فكر فى حيلة يتقى بها شر روح القائد المقتول . عقد معها صلحا ، على أن يقلل البحر من غضبه وهوجائه ، وأن يقدم هو القرابين ويرتل التعاويذ . فأخذ يقذف فى اليم من المواد الغذائية ما لذ وطاب ويشعل النيران والحرائق ويلقى بها فيه . الا أنه وجد فى النهاية أن جميع هذه الأعمال غير مجدية ، بعد أن باغته المد وارتفعت المياه بنفس القوة السابقة وأحدث الكوارث مرة أخرى . وأخيرا عمل بنصيحة مرشديه فى هذا الأمر وأقام جسر الباجودا .

وقد أفاد هذا الجسر فى تخفيف شدة الفيضانات ،

ولكنه لم يكن له تأثير كبير على شدة المد ، فأقيمت لذلك انشاءات أخرى وعملت تقويات كبيرة للشواطىء المجاورة فى هذه المنطقة ، مما أدى فى النهاية الى تخفيف حدة الأمواج بدرجة ملحوظة .

ويظن الكثيرون أن هذه القصة ما هى الا خرافة من أولها الى آخرها ، وان هذا الامبراطور لم يكن له وجود البتة . بل يعتقدون أيضا أن لسان المد المخيف ، والذى كان يسبب الذعر بالدرجة التى وصفت ، لم يحدث على الاطلاق .

وقد ذكر داروين فى مقالاته ان ماركوپولو الذى أقام فى مدينة هانج تسو مدة عام ونصف عام وكان ذلك فى القرن الثالث عشر ، عمل تقارير مفصلة عن رحلته وقدم أوصافا وافية لهذه العاصمة ، ولم يرد فى كتاباته ما يؤيد الرواية المذكورة ، الا انه أشار الى حياة الامبراطور الذى عاش قبل ذلك ببضعة قرون .

ولكنه على ضوء الأحداث التى مرت بها هذه البقعة من العالم ، فان الكثيرين يميلون الى الاعتقاد بأن اندفاع المياه بهذه الصورة المخيفة أو على شكل حائط

هائل من المياه باتساع كبير وارتفاع يربو على عشرة أمتار ، انما هو ظاهرة غير منتظمة الحدوث ، قد تتكرر بين الفترة والأخرى . وما زال كثير من الصينيين حتى وقتنا هذا يعتقدون ويخشون هذا الحدث ، يجتمع منهم الألوف المؤلفة على الشاطىء ويلقون القرابين ويقدمون الولاء لاله البحر .

ولعل تدفق المياه على هذه الصورة المفزعة نتيجة لتأثير عوامل المد والجزر فى هذه البقعة من العالم ، ليست الوحيدة من نوعها ، فهناك كثير من الأماكن فى انجلترا وفى الهند وكندا يحدث فيها مثل هذا التأثير ، الا أنه على مقياس أصغر ويطلقون عليه فى معظم الأحوال مد الربيع .

ثم ما لنا نذهب بعيدا . لقد قرأنا جميعا أنباء الكارثة التى حلت بمدينة هامبورج الواقعة على الشاطىء الشمالى الغربى لألمانيا الغربية وعلى مصب نهر الالب . حدثت هذه الكارثة فى شهر فبراير من هذا العام ، وراح فيها مئات عديدة من الغرقى والضحايا ، وتهدمت مبان كثيرة ومنشآت عديدة . فقد طغت مياه البحر على

الشاطىء وفاض نهر الألب ووصلت المياه الى ارتفاعات كبيرة وشملت ما يقرب من خمس المدينة الكبيرة وأغرقته اغراقا شاملا . كانت المدينة محاطة بسدود فى بعض جهاتها الساحلية ، شيدت هذه السدود خصيصا لتفادى مثل هذه الفيضانات . ولكن المياه ارتفعت عنها كثيرا فى هذه المرة ودخلت المدينة بكميات هائلة ، وتهدمت السدود نتيجة لذلك .

وما كانت هذه الحادثة الشنيعة الا نتيجة لفعل المد والجزر ، وكان فى هذه المرة قد وصل ذروته . فقد اجتمعت كل الظروف المواتية لبلوغه أقصى مداه كما سبق أن بينا ، فكان المد الشمسى والمد القمرى مجتمعين ، وكانت العناصر الجوية مشجعة على زيادة ارتفاع المياه . ومما زاد الطين بله ، اشتداد التيارات الهوائية والمائية القادمة من بحر الشمال فى اتجاه هذا الجزء من الساحل . ويعتبر هذا الحادث من الأمثلة الواضحة للتدليل على صحة التفسيرات والنظريات التى توضح الظاهرة .

وقد عمد كثيرون من كبار المهندسين الى التفكير

فى استعمال مثل هذه الطاقة الميكانيكية الهائلة فى توليد طاقة كهربائية منها . وحيث انه من المعروف أن دوران الأرض حول نفسها هو العامل الأساسى فى زيادة سرعة زحف المياه المرتفعة بتأثير المد ، وأن استعمال ألسنة المد الكبيرة التى تزحف بالصورة المطلوبة ، لابد وأن يتوفر فى اختيارها اعتبارات معينة . لذلك فان استقلال الطاقة لهذا الغرض ليست من السهولة كما نتصور .

ومع ذلك فقد استعملت هذه الطاقة فعلا فى بعض بقاع العالم ، حيث أقيمت لذلك سدود كبيرة على مساحات واسعة فى بعض الخلجان . تحتوى هذه السدود على عدد كبير من العيون تفتح أوتوماتيكيا وقت وصول المد ، وهى معدة بحيث تسمح باستعمال التربينات المركبة عليها فى نفس اللحظة لتوليد طاقة كهربائية منها .

وقد عرفنا أن المد يتكرر حدوثه كل ست ساعات تقريبا فى المكان الواحد ، كما أنه يكون فى بعض الأحيان غير منتظم الاندفاع على مدى الفترة المدية ، ولذلك فان توليد الطاقة بهذه الكيفية هى عملية مقيدة الفائدة ويتوقف استغلالها على توافر ظروف معينة .

ولعل ظاهرة المد والجزر من الظـواهر التى لفتت أنظار كثير من سكان الأرض وبخاصة فى البلدان والمدن الساحلية المختلفة . فهى بمقارنتها بظاهرة الكسـوف الشمسى مثلا ، ظاهرة تتكرر نهارا وايلا ، وتؤثر تأثيرا مباشرا حيويا بالنسبة لهم ، تتحكم فى أعمالهم الملاحية والتجارية وفى علاقاتهم المستـمرة ، ترتبط بأرزاقهم ومصايدهم وأرواحهم وقد يذهب ضحيتها الكثيرون .

فلا غرابة اذن أن توجـــد فى ذلك الحــكايات والأقاصيص المتنوعة فى كثير من بلدان العالم القديم . فهناك ما جاء ذكره عن قدماء المصريين والعرب وقدماء الصينيين وسكان الجزر والبلدان الساحلية . وقد كانوا يعبرون عن المياه الضخمة المتحركة كناية بأنها دمـاء الأرض السائلة ، وما ارتفاعها وانخفاضها الا نبضات وضربات وتنفس لهذا الكوكب الذى نعيش فوق ظهره .

فقد ذكر كوهونج فى كتاباته فى القرن الرابع أن السماوات تتحرك وتميل تارة الى اليمين وتارة أخرى الى اليسار ، محدثة تغير المد والجزر من مكان لآخر . وأن شدته تزداد فى فترة الصيف عنها فى فترة الشتاء .

والمعروف فعلا أن هذه الملاحظة الأخيرة ، ملاحظة حقيقية على وجه التقريب . فان ارتفاع المد يغلب حدوثه فى بلاد الصين أثناء النهار فى فصول الصيف ، وينعكس الحال تقريبا فى فصول الشتاء . وقد علل قدامى الصينيين ذلك بسبب ضعف خاصية الأنوثة فى الطبيعة بالنسبة لطبيعتها من الجنس الآخر ، ولهذ تتغلب الثانية .

وقد جاء عن زكريا بن محمد بن محمود القزوينى الذى توفى عام ١٢٨٣ ، انه فسر المد بأنه يحدث بتأثير أشعة القمر . ففى وقت شروقه تتخلل أشعته أسفل مياه البحار والمحيطات حيث تصل الى قيعانها الصخرية عندما يرتفع القمر فى السماء ، وعندئذ تنعكس هذه الأشعة مرة أخرى من الصخور ، فتسخن المياه وتنقيها وتسبب تمددها على الشواطىء المجاورة . وبعد أن يصل القمر ذروته فى كبد السماء ويبدأ انخفاضه نحو الأفق تقل حدة غليان المياه وتبدأ فى الانكماش وتنحسر عن الشواطىء وقت غروب القمر . ثم تتكرر هذه الظاهرة بنفس الكيفية بالنسبة للبلاد المتاخمة لبعضها البعض والتى يكون فيها القمر عند المشرق على التوالى ، وهكذا

يظهر المد والجزر فى السواحل المجاورة عــلى خطوط الطول المختلفة على فترات متعاقبة .

وقد شبه زكريا ما يصيب مياه البحار من الهيــاج والاضطراب بما يحدث لأمزجة الناس من التغير ، فقــد يحدث ما يعكر مزاج المرء بين آونة وأخرى مسببا لثورته وغليان دمه ، الى أن يهدأ بعد ذلك وتنقشع الحالة الملمة به . وعلى هذا النحو اذا تكرر مزاج البحر فانه يغضب ويثور ، ثم لا يلبث بعد فترة أن يهدأ تدريجيا .

وقد تعرض كثير من فلاسـفة الاغريق لتفســير الظاهرة ، فذهب بعضهم الى أنه يوجد فى بعض البحار أبيار عميقة تفيض مياهها من وقت لآخــر وتنقص فى أوقات أخرى ، ويتسبب عن ذلك ارتفاع مياه البحــر عن المستوى العادى ثم انخفاضها بالتالى .

وقد نسب البابليون حدوث المد والجزر الى تغير أوضاع الشمس والقمر فى مناطق البروج المختلفة .

ولم تكن تفسيرات هؤلاء أو غيرهم ممن سبقوهم تختلف كثيرا عن بعضها البعض ، ولم يبدأ التفكير فى ايجاد تفسير عملى دقيق الا بعد فوات عدة قرون . عرف

كپلر ان السبب المباشر للمد والجزر هو جذب الشمس والقمر ولكنه عجز عن وضع التفسير الرياضى السليم . ولقد دهش جاليليو لهذا أشد الدهشة ، ولم يدر بخلده أن كپلر بما من الله عليه من المقدرة الفذة ، لم يتوصل الى وضع نظرية مقنعة لهذه الظاهرة . أما جاليليو نفسه فقد كان يرى أن فى دوران الأرض حول نفسها مع تواجد عوامل الجذب بينها وبين الشمس والقمر ، هو التفسير الحقيقى للظاهرة .

وكانت أول نظرية سليمة وضعت لتوضيح القوى الفعالة لحدوث المد والجزر هى التى وضعها نيوتن فى ١٦٨٧ ، ثم جاء من بعده أويلر وبرنولى وماكلورين وكلفن ولابلاس ، وقد قاموا جميعا بنصيب كبير فى وضع أسس ثابتة وتفسيرات رياضية متينة فى هذا الصدد .

كسوف الشمس :

هذه ظاهرة من الظواهر التى تتكرر نتيجة لدوران الأرض حول الشمس ودوران القمر حول الأرض فى

نفس الوقت فكلما توسط القمر بين الأرض والشمس ، حجب أشعتها عن الأرض جزئيا أو كليا كلما واتت ظروف معينة . ولذلك رأى الناس هذه الظاهرة منذ الأزل ، فقد شاهد الصينيون الكسوف الكلى للشمس الذى حدث فى ٢٢ أكتوبر عام ٢٢٣٧ قبل الميلاد . وقد جاء بهذه المناسبة أن الامبراطور شونج كانج أمر باعدام اثنين من الفلكيين هما هاى ، هو ، وكان قد أنيط بهما قرع الطبول والمزامير ايذانا بالحدث الكبير — حدث كسوف الشمس المشئوم على حد اعتقادهم — ولتخليص الشمس من قبضة الغول الذى كان يلتهمها ، الا أنهما أفرطا فى الشراب والملذات حتى غابا عن وعيهما ، ولم يتمكنا من تأدية مهامهما .

وكانت الديانات عند الصينيين تعتمد اعتمادا كبيرا على مثل هذه الأحداث الفلكية ، وتربط بينها وبين الأحداث الأرضية الى حد كبير ، فكانوا يتشاءمون كثيرا من حدوث الكسوف الشمسى بصفة خاصة ، فيتركون أعمالهم ويغلقون متاجرهم ويدأبون على قرع الطبول وترتيل بعض الأهازيج حتى ينتهى الكسوف . وما زالت

هذه العقيدة سائدة عند بعض الشعوب الى وقتنا هذا . فلقد شاهدنا فى السودان عند حدوث الكسوف الكلى للشمس عام ١٩٥٢ (وقد توجهت بعثة من علمائنا لرصده مع الكثير من علماء المراصد الأخرى) مثل هذه العادات ، وقد أعدوا لها العدة من الصباح الباكر ، بما سيحدث عن طريق البعثات العلمية المختلفة التى وفدت الى السودان قبل ميعاد الكسوف بفترة طويلة من الزمن . وقد اشتد الذعر ببعضهم ولم يتركوا منازلهم طيلة اليوم . ولقد ورد فى كتاب المؤرخ الصينى شوشنج عن ذكر الكسوف السابق الذكر « ان الفلكيين ها وهو قد شربا الخمر الى درجة الاعياء حتى فاتهما أن ينظما فصول السنة الأربعة مما أدى الى حدوث الهرج والمرج فى تعاقب الأيام والليالى » .

ولذلك كانت حياة الفلكيين — وكانوا يعملون فى خدمة الملوك والأباطرة فى قصورهم — معرضة دائما أبدا للأخطار فكان عليهم أن يتنبأوا بالأحداث وأن يسبقوا الزمن ، فان تحققت نبوءتهم بالخير ، أفادوا من ذلك ، وان كان شرا فمصيرهم الاعدام دون شفقة

أو رحمة . وكان ذلك يرجع الى حد كبير كما سبق ، الى شدة اعتقاد الناس فى هذه العصور بتأثير الأحداث الفلكية على أحوال الناس المعيشية . على أنه لم يرد ما يثبت أو يدل على أن مراقبتهم لميل هذه الأحداث كانت مبنية على طرق حسابية فى ذلك الوقت ، الا فى القليل قبل أن تنتشر المسيحية .

ولا يخفى أن أحداث الكسوف الشمسى والقمرى هى من الأحداث الفلكية الهامة التى تحسب مراقبتها وظروفها بمنتهى الدقة فى أيامنا الآن ، وذلك من واقع تفاصيل مدار الأرض حول الشمس ومدار القمر حول الأرض وما بينهما من ملابسات . ويجدر بالذكر أن القمر يدور حول الأرض بسرعة ينتابها كثير من التذبذبات المعقدة الحساب .

وعلى أى حال فقد كانت وما زالت ظواهر الكسوف ودقة رصدها وتعيين حسابها فى الحقب التاريخية البعيدة ، من الظواهر التى يرتجى الفلكيون الحصول عليها لتحقيق كل هذه التغيرات فى سرعات القمر . وما كانت أهميتها

هذه للفلكيين بأقل منها للمؤرخين وغيرهم ممن يهتمون بتوقيت الأحداث الأثرية أيضا .

ولقد اهتم قدماء المصريين بالدراسات الفلكية بوجه عام ، ويظهر ذلك جليا فى مناسبات متعددة ، وعلى فترات تاريخهم المختلفة ، وذلك يرجع الى ما وهبت به بلادهم من سماء مشرقة وصحراوات ممتدة ، مكنتهم من مراقبة السماء دون الحاجة الى الاستعانة بأجهزة أو مناظير .

وكان اهتمامهم وارتباط أمورهم بشئون النيل الذى يجرى فى واديهم من جنوب الأرض الى شمالها ، يفيض بالامتلاء مرة كل عام ، مجلبا لهم خيرات عميمة ، مما دعا الى التفكير فى تقسيم الحقبة الزمنية بين كل مرة يفيض فيها النيل والتى يليها الى شهور ، طول كل منها ثلاثون يوما ، حتى يمكن توزيع المياه والمحاصـــــيل عـــلى الأراضى والأهلين . كما استخدموا شروق النجم اللامع المعروف بالنجم سيريوس ، أو كما جاء فى كتاباتهم «سوذيس» ، وهو النجم المعروف بالعربية باسم « الشعرى اليمانية » . فقد راقبوا شروق هذا النجم الصباحى ، وأفادوا من ذلك فى تحديد بدء السنة فى اليوم التالى لظهوره فوق

الأفق الشرقى فى الصباح وبمرور السنين تبين لهم أن طول السنة هو ٣٦٥ يوما وليس ٣٦٠ يوما كما قدروا لذلك فى بادىء الأمر، وأضافوا خمسة أيام لتكملة طول السنة ، وكان ذلك فى أيام الأسرة الخامسة . هـذا ولم يعثر الباحثون على وجود أى مخطوطات أو منقوشات تثبت قيامهم بأى حدث ذى شأن خلال تلك الأيام الخمسة المنحوسة .

وبتوالى مراقبة شروق هذا النجم على مر السنين ، لاحظوا أن شروقه كان يتغير من يوم لآخر ، حتى اذا مر أربعة أعوام تغير الشروق بما يعادل يوما . وعلى هـذا القياس كان التغير بمقدار سنة كل ١٤٦٠ سنة ، وهذا يدل على أنهم تمكنوا من تحديد طول السنة ا ٣٦٥ يوم .

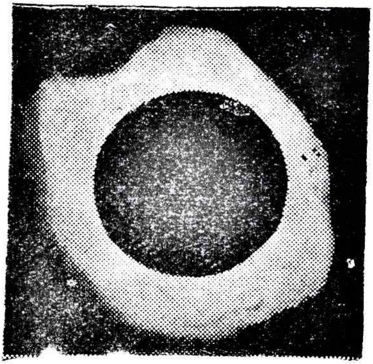
وقد دلت الآثار التى وجدت فى ممفيس عاصـمة البلاد وقتئذ ، أن قدماء المصريين كانوا يحددون أول العام بالوقت الذى يتفق فيه شروق النجم سوذيس مع وصول النيل أقصى ذروته .

وتدل معظم الآثار التى شيدها قدماء المصريين فى زمن الامبراطورية الوسطى ، التى اتخذت مدينـة طيبة

عاصمة لها ، أنهم كانوا يعتبرون أن أصل الحياة بجميع صورها يرجع الى الشمس . وكانوا يقيمون فى موسم الانقلاب الشتوى من كل عام ، أعياد ميلاد الشمس فى السادس من شهر يناير ، ثم تأخر موعد هذا العيد تدريجيا فى التقويم اليوليوسى حتى يوم ٢٦ ديسمبر ، وهو التاريخ المتفق عليه دوليا لمولد السيد المسيح .

وقد وجد أن الهرم الأكبر شيد على قاعدة مربعة ، تشير الى الاتجاهات الأربعة الأصلية — الشمال والشرق والجنوب والغرب . وقد صمم الممر المؤدى الى المقبرة الرئيسية بحيث يميل ٢٦ درجة فوق الأفق ، وبذلك تتجه دائما الى النجم القطبى فى ذلك الوقت وهو النجم المعروف بالنجم الفادراكونيس أو ذيل التنين . ولا يخفى أن النجم القطبى فى وقتنا الحالى وهو الفا الدب الأصغر، يميل عن الأفق بمقدار ٣٠ درجة . وقد استخدم الباحثون مقدار هذا التغير فى اتجاه النجم القطبى لعمل حسابات فلكية لتحديد الوقت الذى شيد فيه الهرم الأكبر .

ويعتقد بيازى سميث أن تصميم الممر الذى يتجه الى الجنوب من داخل الهرم ، كان يستخدم لعمل أرصاد



الاكليل الشمسى وقت
الكسوف الكلى

فلكية لعبور الأجرام السماوية على خط الزوال . وهناك من يعتقدون بأن تصميم المقبرة بداخل الهرم ، بحيث تتجه الممرات الشمالية والجنوبية المؤدية اليها بهذا الشكل ، انما كان يتفق مع العقيدة السائدة لديهم ، فى أن الملك كان يتحول بعد موته الى كوكب سماوى ، وقد اختير النجم القطبى الذى لا يغير موقعه لهذا الغرض ، بحيث يتجه الممر الشمالى نحوه فى جميع الأوقات .

واذا تحدثنا عن اهتمام قدماء المصريين بأرصاد الشمس وتتبع حالات الكسوف التى تحدث من وقت لآخر ، فاننا نجد أنهم قد صوروا الشمس فى معابدهم ومقابرهم على شكل دائرة ذات جناحين على يمين الدائرة وعلى يسارها ولها امتداد قصير فى الاتجاه الأسفل . ولعل الكثير منا يعرف أنه فى حالة اختفاء الشمس كلية وراء قرص القمر ، وقت الكسوف الكلى ، تبقى الأشعة الفضية الممتدة خارجها والتى نسميها بالأكليل الشمسى ، وترى على أشكال تختلف باختلاف دورة النشاط الشمسى وقت الكسوف . ولكنها غالبا ما تظهر وقد

امتد الاكاليل من ناحيتى الشرق والغرب الى مسافات كبيرة خارجها . وهذا التشبيه من جانب قدماء المصريين لصورة الشمس كما رسموها ، لما يبعث على الاعتقاد بأنهم شاهدوها مرارا متعددة فى حالات الكسوف الكلى ، وفى عهود مختلفة ، حتى انهم تمكنوا من ملاحظة هذا التشكيل فى منظر الأكليل الشمسى .

كما اهتم البابليون أيضا اهتماما شديدا بمتابعة الأجرام السماوية والدراسات الفلكية بصفة عامة . وتدل حضاراتهم ومدنياتهم القديمة على علو الشأن فى هذا المجال . وقد ربطوا بين الظواهر الفلكية وبين مقدرات الجنس البشرى وما يحدث له فى دنياه . فلقد رسخ فى اعتقادهم بأن الشمس وهى مصدر الحياة ومنشؤها ، ومعها فى ذلك القمر والكواكب وباقى النجوم فى السماء ، لابد وأن تكيف مصائر الناس . نرى آلهتهم وقد تمثلت بأنواع مختلفة من هذه الأجرام ، واهتم قساوستهم بالتنجيم الى حد كبير الى درجة أن أعظمهم شأنا ، هو هذا الذى يمكنه أن يقرأ النجوم ويترجم تشكيلها وتحركاتها ، ويقرنها بالأحداث اليومية للانسان ، بالكفاية

التى يمكنه بها أن يقدم التعاليم والمعتقدات الدينية الأرضية . وهذا يتطلب بطبيعة الحال مراقبة تحركات الشمس والقمر والكواكب السيارة مراقبة دقيقة ، وتعيين تغيرات مواقعها بالنسبة للنجوم الثابتة تعيينا محكما ، ليتمكنوا من الادلاء بمعلومات عن الأحداث اللاحقة . ولقد تقدموا فى هذا المضمار ، وكانت محاولاتهم هذه ذات شأن فى بدء الدراسات الفلكية منذ فجر التاريخ . وتدرج منجموهم فى التعمق والاستزادة ، الى أن أصبح منهم علماء ذوى شأن . ضارعوا فى ذلك قدماء المصريين واهتموا بتقسيم الشهور والسنين ، وحساب الأهلة والشروق والغروب وتقسيم الزوايا ، كما عملوا جداول التربيع والتكعيب الى غير ذلك من أعمال .

وقد انتشر علم التنجيم وعم استعماله بين شعوب الأرض ، فقد انتقل الى الاغريق والصينيين والهنود بعدما غرست أصوله بين الشعوب الأوربية الى وقت قريب جدا ، حتى أثبت كوبرنيقوس أن الأرض كباقى الكواكب السيارة الأخرى ، تدور فى فلك حول الشمس ، وعندها بدأ شأوه يقل تدريجيا . وقد عرف

أن العلامة كبلر كان يقرأ النجوم أيضا لنفس الغرض فى القرن السابع عشر بعد الميلاد ، أى بعد تاريخ كوبرنيقوس .

وقد بلغ اهتمام الكلدانيين بأمور كسوف الشمس وحساب مواقيتها ، بدئها ونهايتها ، والتنبؤ بحدوثها . بلغ هذا الاهتمام مبلغا كبيرا ، ولم يضارعهم غيرهم فى هذا الأمر فى العصور القديمة المعروفة . ولم تكن درايتهم بهذه الأمور وليدة الصدفة ، بقدر ما كانت وليدة تعمقهم ودقتهم فى تتبع حركات الشمس . فقد عرفوا الدائرة الكسوفية ، وهى مسار الشمس فى السماء ، كما عرفوا أن القمر يتحرك بسرعة متغيرة فى مدار يميل على الدائرة الكسوفية ويقطعها فى نقطتين . لقد أمكنهم أن يقدروا الأوقات التى يتعاقب فيها حدوث الكسوف الشمسى والقمرى ، وذلك بمعرفتهم بالفترة الزمنية المسماة بفترة التعاقب والمعروفة باسم « الساروس » ، وطولها $\frac{1}{3}$ ٦٥٨٥ يوم .

$\frac{1}{3}$ ٦٥٨٥ يوم = ٢٢٣ شهراً قمريا (٢٩ يوما)
= ١٨ سنة و ١٠ أو ١١ يوما تبعا لعدد السنين الكبيسة

بمعنى أنه اذا حدث كسوف كلى للشمس فى تاريخ معين ، فسيحدث كسوف تال له بعد فوات فترة زمنية قدرها ١٨ سنة و ١٠ $\frac{١}{٣}$ يوم . وعلى سبيل المثال نورد تواريخ بعض حالات كسوف الشمس المتكررة :

٢٨ مايو ١٩٠٠

وشوهد فى جنوب شرق الولايات المتحدة

٨ يونية ١٩١٨

وشوهد فى شمال غرب الولايات المتحدة

١٩ يونية ١٩٣٦

وشوهد فى سيبريا

٣٠ يونية ١٩٥٤

وشوهد فى بلاد السويد وفى روسيا

ورغم ما تركه قدماء المصريين من آثار كثيرة ، تدل على سلامة الذوق ودقة الفن ، وعلى جبروت القوة وشأو الحضارة ، وما دلت دراسة هذه الآثار على أن تشييدها قد روعى فيه نواح فلكية متعددة ، الا أنهم لم يتركوا تسجيلات لدراسات فلكية معينة يمكن متابعتها . وقد ترك البابليون والكلدانيون آثارا هنا وهناك ، لم تبلغ

ما بلغته آثار الفراعنة من القوة والجمال ، الا أن ما عثر عليه يدل على تعمقهم فى تتبع الأجرام السماوية .

وعلى النقيض من ذلك فقد وجدت دراسات الفلاسفة الاغريقيين وعلمائهم كاملة ، حتى وقد اشتملت مجلدات بطليموس الثلاثة عشر فى كتاب المجسطى على كثيرمن أعمالهم ، وخاصة بعد أن تبوأت الاسكندرية مكانها فى تاريخ العلوم الفلكية ، وانتقلت اليها الأفكار وأنشأت بها مكتبة ومتحفا كان من أعظم متاحف العالم ، وكانت كعبة العلماء ردحا طويلا من الزمن .

عمر الأرض

لقد تحير الناس فى التعرف على الكيفية التى نشأت بها الأرض ، وكانت آراؤهم تتفاوت تفاوتا كبيرا على مضى الزمن ، وتتغير وفقا للمدنيات السائدة ، وتبعا لما يتوصل اليه العلماء والمفكرون من المعرفة . ولقد ورد كثير من القصص المثيرة عن العقائد القديمة ، بلغت حدا من البدائية ، فلقد اعتقد بعض شعوب الهنود التى عاشت فى شمال أمريكا فترة من الزمن ، اعتقد هؤلاء الهنود الذين عرفوا بالهنود الأوركواز ، ان السماوات قد قذفت امرأة فى الفضاء ، ثم ظلت تسبح فى أرجائه وتتقاذفها التيارات حتى استقر الأمر بها فوق ظهر سلحفاة ، وظلت هذه السلحفاة تنمو وتكبر حجما ، الى أن تكون منها هذا الكوكب الذى تعيش فيه . ان هذه الخرافة الساذجة على ما يظهر فيها من البدائية فى التفكير وجهل كبير بأبسط أنواع المعرفة ،

لا تختلف كثيرا عن عقائد عديدة لآخرين ظهرت على مر الأجيـــال .

ولقد كان للعقــائد الذهبية والتفســيرات الدينية تأثيرات قوية فى توجيــه الباحثين والفلاســفة ، أيدت أفكارهم ونظرياتهم ، بقــدر ما ردتهم عن معتقــداتهم كذلك ، وما ذلك الا بسبب ما توطد من الاعتقاد فى أن الأرض وهى مهبــط الأديان لابد وأن تتميز عن باقى الأجرام السماوية فى جميع خواصها ، وأن تتمتع دون غيرها بوضع خاص . وكلما قويت هذه المعتقدات ، كالما قلت معها المحــاولات وتقاعست عن الدأب على تفهم نواميس الطبيعة ، وكلما تضاءلت فرص التقدم فى وسائل التقصى بغرض تفهم المراحل التى مرت بها الأرض منذ نشأتها ، الى أن أصبحت كما نعرفها فى أيامنا هذه .

الا أن الأمر لم يدم طويلا على هذا الحال ، ولم يركن الانسان الى التكاســل والتقاعد ، ولكنه دأب يبحث ويضع النظرية تلو الأخرى ، عله يصل الى حقيقة الأمر . يهدف من ذلك الى تقدير عمر الأرض ذاتها ، آملا أن يتيسر له التوصل بعد ذلك الى الكيفية التى نشأت بها

الأرض وتواجدت ثم التوصل بالتالى الى معرفة نشأة باقى أفراد المجموعة الشمسية الأخرى ، وهى ترتبط ارتباطا وثيقا بعضها بالبعض .

ورغم ان جميع النظريات التى وضعت فى هذا الصدد لم تعالج الموضوع بنجاح ، بحيث تتفق النتائج اتفاقا تاما مع المشاهدات والأرصاد المتزايدة فى الدقة والكمية ، الا أن هناك من الأعمال الاجتهادية فى هذا الميدان ما يستحق الاشارة اليه .

ولعله من الطبيعى أن يبدأ الباحث كما أسلفنا بعمل دراسات تؤدى به الى معرفة عمر الأرض أولا ، ثم الافادة من هذه الدراسات بعد ذلك الى التعمق فى الفلسفة الكوسمولوجية أو الفلسفة الكونية .

لقد أمكن تقدير عمر الأرض من اعتبارات كثيرة متباينة الأسس ، تختلف الواحدة عن الأخرى فى الجوهر ، الا أن نتائجها تؤدى فى النهاية الى تقديرات متقاربة فى هذا الشأن . فقد اشتغل داروين كثيرا فى هذا الموضوع مستندا الى النظرية القائلة بأن القمر كان جزءا من الأرض ثم انفصل عنها وأصبح تابعا لها ، وقدر

بذلك عمر الأرض بحوالى ٥٧ مليون سنة . ثم أتى من بعده اللورد كلفن ، واستند الى الدراسات المستفيضة فى تقدير الحقب الزمنية التى تعاقبت فيها الأرض منذ نشأتها الى أن بردت بالدرجة التى هى عليها الآن ، ووصل من ذلك الى أن الأرض يرجع تاريخها الى ٤٠ مليون سنة . وهناك اعتبار آخر يستند الى عوامل كيميائية تتصل بموضوع تجمع مادة الصوديوم المتوفرة الوجود فى مياه البحار والمحيطات . وقد استنبط چولى من قياسات معدل هذا التجمع نتائج انتهت الى أن عمر الأرض أكبر من التقديرين السابقين ، فبين أنه يبلغ ٨٠ مليون سنة .

وهناك تقدير رابع أورده هلمهولتز يقل عن التقديرات السابقة ، اذ حدد هذه الحقبة بما لا يزيد عن ٢٠ مليون سنة ، وكانت الفكرة فى تقديراته أساسا على تقديرات مستنبطة من مصادر الطاقة الشمسية والاحتمالات المقدرة لها .

وهذه التقديرات المختلفة عن بعضها البعض فى

وسائلها والتى تتفق تقريبا فى قيمتها تحتاج الى كثير من التدعيم .

ثم جاءت التقديرات المستنبطة من الدراسات الخاصة بالمواد المشعة الموجودة فى القشرة الأرضية ، وما تستغرقه مثل هذه المواد من الزمن لفنائها ، وقد زادت هذه التقديرات الأولية زيادة كبيرة .

وكانت التقديرات الجيولوجية تستند الى تحديد كثافة القشرة الأرضية وعمل دراسات لبعض الحفريات المتحجرة التى يرجع تاريخها الى عصور غير بعيدة ، وهى فى ذلك يكتنفها كثير من الغموض ، ولم يتمكن العلماء من دراساتهم هذه الى الوصول الى درجة مناسبة من الدقة فى تقديراتهم .

أما طريقة تقدير كميات الصوديوم فى مياه المحيطات فانها تتلخص فى أن هذه المادة تنتقل من اليابس الى الماء بفعل عوامل الأمطار والسيول والأنهار ؛ ويمكن بعمليات حسابية عمل تقديرات مناسبة لما ينتقل منها ، وبالتالى يمكن تقدير عمر المحيطات ذاتها .

الا أننا نفترض فى ذلك انتظام معدل انتقال مادة

الصوديوم من اليابس الى الماء خلال العصور الجيولوجية الطويلة ، كما نفترض انتظام معدل تجمعه فى المحيطات . والمعقول أن هذا المعدل لا يمكن افتراض انتظامه ، وكذا لا يمكن افتراضنا انتظام عمليات الذوبان وعمليات التجمع فى الفترات التى كان فيها سطح الأرض يختلف تماما عن حالته فى هذه الأيام ، وعلى ذلك فان التقديرات المستنبطة بهذه الطريقة ، تحتمل الخطأ بما يعادل أضعاف القيم المقدرة لعمر الأرض .

أما الطريقة التى تعتمد على تقدير عمر المواد المشعة ، فانها لا تشتمل على افتراضات كثيرة . فمادة اليورانيوم المشعة تتحلل ، مثلها فى ذلك مثل كثير من المواد المشعة الأخرى ، وتتغير تدريجيا الى مواد أخرى ، الى أن تتحول فى النهاية الى مادة الرصاص ، غير أن هذا النوع من الرصاص الناتج من تحلل اليورانيوم المشع ، يختلف كثيرا عن مادة الرصاص العادية المعروفة . ولا شك أن تقدير كميات هذا الرصاص المتحول ، وتقدير كميات اليورانيوم الموجودة ، تفيدنا فائدة محققة فى تقدير طول الحقبة الزمنية التى بدأت فيها عملية التحول هذه .

ولنتمكن من الوصول الى تقديرات بهذه الوسيلة ، فلابد من معرفة ما اذا كانت المادة المشعة المستعملة لا تتغير كثيرا بتغير العوامل الطبيعية ، وأن يكون وجودها بكميات كبيرة حتى تقل نسبة الخطأ فى العمليات الحسابية . وفى الواقع أن هذه العملية عملية بطيئة جدا بطبيعتها ، لا تتأثر بمؤثرات الضغط والحرارة . ولقد وجد أن اليورانيوم الموجود فى الصخور القديمة يقدر عمره بحوالى ٢٠٠ ألف مليون نسمة .

والمعلومات التى نحصل عليها من الدراسات الفلكية وبخاصة تلك المعلومات التى نستخدمها فى دراسة الجاذبية بين الكواكب بعضها البعض داخل المجموعة الشمسية يمكن استخدامها بطريقة غير مباشرة فى مقارنة النتائج السالفة الذكر . ولكنها لا تعطينا وسيلة أو طريقة مباشرة يمكن بواسطتها تقدير عمر الأرض . ولعل أهم النتائج التى تضفى ضوءا على هذه التقديرات هى تلك النتائج التى توصل اليها العلماء فى تقدير مبلغ ثبوت بعض العناصر اللازمة لتكييف المجموعة الشمسية وحفظها فى توازن دون ما اضطراب . فاننا نجد على

سبيل المثال أن المسافات بين الكواكب بين الشمس ومقدار استطالة مداراتها وانحرافها عن مدار الدائرة الكسوفية ، هذه المقادير أو العناصر ثابتة الى درجة كبيرة من الدقة ، وكلما زادت الدقة فى تقدير هذه العناصر بالوسائل الحسابية ، وهى ترتبط ارتباطا مباشرا بالفترة الزمنية التى عاشت فيها هذه الكواكب بدون ما تغيير فى تحركاتها ، كلما أمكن الاستدلال على وسائل مقارنة لتقدير عمر الأرض . وبالتالى عمر باقى توابع الشمس الأخرى .

تلك المعلومات التى نستخدمها فى دراسة الجاذبية بين الكواكب بعضها البعض داخل المجموعة الشمسية يمكن استخدامها بطريقة غير مباشرة فى مقارنة النتائج السالفة الذكر . ولكنها لا تعطينا وسيلة أو طريقة مباشرة يمكن بواسطتها تقدير عمر الأرض . ولعل أهم النتائج الفلكية التى تضفى ضوءا على هذه التقديرات هى تلك النتائج التى توصل اليها العلماء فى تقدير مبلغ ثبوت بعض العناصر اللازمة لتكييف المجموعة الشمسية وحفظها فى توازن دون ما تغير . فاننا نجد على سبيل

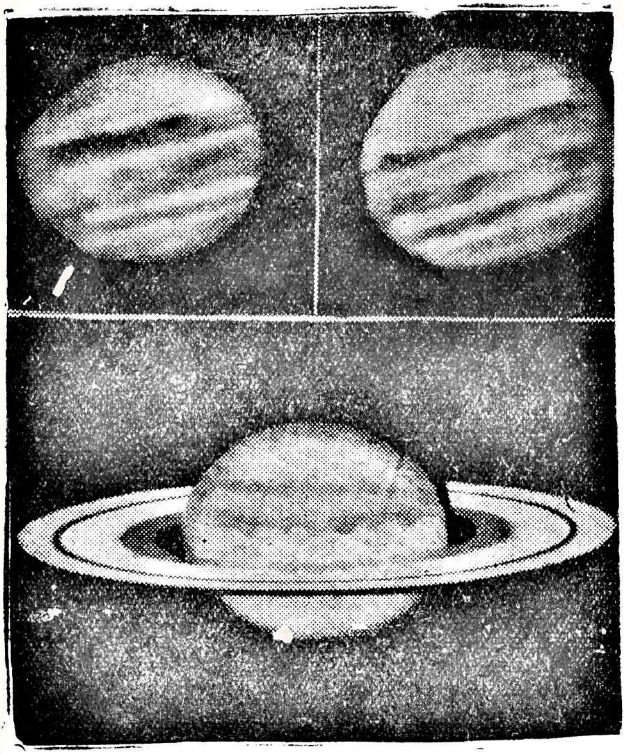
المثال أن المسافات بين الكواكب بين الشمس ومقدار استطالة مدارتها وانحرافها عن مدار الدائرة الكسوفية — هذه المقادير أو العناصر ثابتة الى درجة كبيرة من الدقة وكلما زادت الدقة فى تقدير هذه العناصر بالوسائل الحسابية وهى ترتبط ارتباطا مباشرا بالفترة الزمنية التى عاشت فيها هذه الكواكب بدون ما تغيير فى محركاتها كلما أمكن الاستدلال على وسائل مقارنة لتقدير عمر الأرض . وبالتالى عمر باقى توابع الشمس الأخرى .

وجملة القول أن التقدير الذى استنبط من وسائل تحول المواد المشعة وهو ٢٠٠ ألف مليون سنة يمكن اعتباره الحد الأدنى لعمر الأرض حين تواجدت بالحالة الصلبة . وعلى هذا الأساس أيضا فمن المحتمل أن يزيد عمر الأرض عن ٢٠٠ ألف مليون سنة وقد أخذ الكثيرون بهذا التقدير واعتبروه تقديرا مناسبا لعمر المجموعة الشمسية ذاتها .

لقد تعددت الافتراضات والآراء التى تبحث عن الكيفية التى تواجدت بها هذه المجموعة المنتظمة من الكواكب السيارة ، بما يتبعها من أقمار لتدور كل منها

حول الشمس فى جمال ودقة ، وكانت كل نظرية من هذه النظريات توضع فى محك التجربة ، وتجرى تطبيقاتها على واقع الأرصاد المستمرة . وكلما ازدادت هذه الأرصاد دقة بما يستحدث من مناظير وأجهزة ومعدات ، كلما ضعف توافق نتائج هذه النظريات المبتكرة مع واقع الأمر ، وكلما ظهرت ثغرات ومفارقات . وما زالت كلها حتى يومنا هذا رغم استناد بعضها الى أسس علمية بديعة متقنة ، تفتقر الى التأييد والبرهان ، وقد يتوفر ذلك على مر الزمن .

وبالرغم من كل هذا فان الأمر أصبح فى مرحلتنا هذه وشيك التحقيق ، ويمكننا دون مجازفة كبيرة أن نقول ان توابع الشمس أجمعين قد تم تكوينهم باحدى وسائل ثلاث . اما بالانفصال عن الشمس ذاتها ، أو بالانفصال من نجم آخر كان مرافقا للشمس يوما من الأيام بحيث يكونان معا مجموعة ثنائية تدور حول بعضها البعض ، أو عن طريق تجمع المادة التى كانت تغلف الشمس وتطوقها على شكل سحابة أو سديم . فقد سيطرت فكرة نشأة الكواكب من الشمس وفقا لنظرية



أعلى : صورتين لكوكب المشترى ويبلغ حجمه ٤٠٠ مرة حجم الأرض
أسفل : صورة للكوكب زحل وتظهر الحلقات حوله

السديم على كثير من العلماء فى القرن السابع عشر ، عندما وضع كانت ورايت وسودنبرج نظريات بهذا المعنى ، وانتهت بأن وضع لابلاس نظريته المشهورة المبنية على أسلوب علمى دقيق . ففى عام ١٧٩٦ افترض هذا العلامة الفرنسى أن كمية كبيرة من الغاز كانت تغلف الشمس الى مسافات بعيدة ، ثم أخذت تبرد تدريجيا حتى دارت حول نفسها وتفلطحت . واستمر فقدانها للطاقة الحرارية بالاشعاع فى الفضاء ، كما ازدادت سرعة الدوران والانكماش لتتعادل قوى الطرد المركزى مع قوى الجذب . وفى مرحلة من مراحل تطورها انفصلت حلقة من المادة عن الجسم الأصلى وظلت تحوطه ، ثم انكمشت هى الأخرى تدريجيا ، حتى تكون منها كوكب واحد . وباستمرار الدوران والانكماش فى الجسم الأصلى ، أخذت حلقات أخرى تنفصل ، الواحدة تلو الأخرى ، لتكون كل منها كوكبا جديدا ، وهكذا تواجدت الكواكب ، وهكذا أيضا تواجدت الأقمار التابعة لها بنفس الطريقة . وعلى هذا الأساس فان أقدم الكواكب فى المجموعة الشمسية ، هو أبعد كوكب عنها

وهو بلوتو ، كما أن أحدثها عهدا هو أقرب الكواكب منها وهو عطارد .

ولقد بلغت هذه النظرية قدرا من الأهمية هى جديرة به ، وظلت تتحدى غيرها مدة غير قصيرة . الا أنها تعرضت لبعض الانتقادات الهامة ، فقد تعثرت فى نقطتين رياضيتين هامتين ، وتتعلق الأولى بامكان تقلص الحاقات المنفصلة عن الجسم الأصلى ، بحيث يمكن أن يتكون منها كوكب مستقل . أما النقطة الثانية فتتعلق بكميات التحرك الناتجة من كتل الكواكب السيارة وسرعاتها ومدى اتزان هذه الكميات .

ثم انقضى قرن من الزمان ، الى أن توصل كل من تشمبرلين ومولتون الأميريكيين فى عام ١٩٠٠ من وضع نظرية المد . وهى التى تعتمد فى أساسها على تفاعل قوى الجذب بين الشمس وبين نجم آخر . وقد افترضا لحدوث هذا التكوين ، ان نجما اقترب من الشمس ، وذلك بالرغم من أن احتمال مثل هذا الاقتراب فى أرجاء الكون الشاسعة لا يكاد يصدقه العقل ، لقلة كثافة النجوم فى الفضاء ، ولما هناك من مسافات سحيقة بين

كل نجم وآخر . فقد افترضا حدوث هـذا الاقتراب للتوصل الى هذه النظرية ، وباستمرار تقاربهما واشتداد فعل المـد بينهما ، تطاولت ألسنة من جسم الشمس فى اتجاه النجم الآخـر ، وظلت تتابعه فى حركته ، حتى أصبحت هذه الألسنة تدور حـول الشمس ، الى أن انفصلت عنها بعد أن ابتعد النجم الزائر ، وأخذت هذه الألسنة تبرد تدريجيا وتتقلص فى حجمها وتتابع دورانها حول الشمس المركزية ، وحول نفسها كذلك ، محدثة فى النهاية لما نسميه بالكواكب السيارة .

ولم تخل هذه النظرية مثل سابقتها من نقاط الضعف أيضا ، الى أن حاول العـلامة الانجليزى جيمس جينز تنقيح هذه النظرية ، بحيث أوضح أن ألسـنة المـادة المتطاولة من الشمس لابد وأن تتكون على هيئة سيجار مدبب الأطراف نسبيا . وهذا الشكل فى ذاته يتفق مـع حقيقة الواقع ، فى أن الكواكب القريبة من الشمس وهى عطارد والزهـرة والأرض والمريخ ، وكذلك الكواكب البعيدة عنها وهى أورانوس ونبتون وبلوتو ، قد تكونت أصغر حجما من الكوكبين العملاقين وهما المشـترى

وزحل ، حيث يقعان فى منتصف السيجار . ولم يسلم هذا التعديل من النقد الرياضى أيضا . وذهب هارولد چيفرى الى أن النجم الزائر لم يقترب من الشمس فحسب ، وانما اصطدم بها فعلا ، وأصاب معظمها بالتكسير والتفتيت ، وانفصال الكتل التى تتجت عنها وتكونت منها فى النهاية الكواكب المعروفة . ومرة أخرى تعرضت هذه الفكرة للانتقاد المرير . ولكن هذه الأفكار جميعا ، وقد اتفقت أساسا على عناصر عملية التكوين ، فهى تنحصر فى نسبة مولد الكواكب من الشمس أو من مادتها أو من نجم قريب آخر ضمن مجموعتها .

ولكن فريد هويل رأى أن يعالج الموضوع من زاوية أخرى . فكلنا يعرف أن هناك بعضا من النجوم تتعرض أثناء فترة من حياتها لعملية انفجار هائلة ، ينبعث بعدها النجم من حالة الهزال والضعف الى نجم شديد الاضاءة ، عملاق الحجم ، ويظل كذلك فترة قصيرة من الزمن ، ثم يعود بعدها الى حالته الأولى . وعملية الانفجار هذه تحدث بمعدل ملحوظ بين النجوم ، بين الآونة والأخرى ، وتبعث منها وقتئذ قوة اشعاعية

وطاقة هائلتين . ويعرف النجم فى هذه الحالة بأنه نجم جديد ويسمى « نوفا » (ومعناها الجديد) . وقد يكون الانفجار أشد عنفا ، وفى هذه الحالة يطلق على هذا النجم الجديد كلمة « سوپر نوفا » . ولقد رأى هويل أن النجم التوأم للشمس ، والذى كان يكون معها مجموعة ثنائية ، قد عانى مثل هذا الانفجار ، ثم تسبب ذلك فى انشطار كتل من الشمس خارج نطاق جذبها ، ثم بالتالى برودة هذه الأجزاء المنفصلة وتقلصها ، الى آخر ذلك من المراحل التى انتهت بنشأة الكواكب .

ومهما كان من أمر ، فان القول فى هذه الآراء والنظريات لم يتغير فى جوهره . وهو أن أفراد المجموعة الشمسية بأسرها ، نشأت من الشمس ذاتها فى عهد صباها ، أو مما كان يحيط بها من مادة .

وبما أننا نحن معشر البشر قد تواجدنا على كوكبنا ، وقد نشأ أصلا من الشمس فانه من الطبيعى أن نعتمد عليها اعتمادا كليا كما أسلفنا . فوجودنا وحياتنا كلها مرتبطة ارتباطا وثيقا بها . وكل زيادة أو نقص فى طاقتها يؤدى حتما الى نتائج وخيمة ، مهما صغرت

هذه التغيرات . ولكن الذى يجب أن نفهمه هو أن بقاء الحياة على هذه الصورة التى نعرفها على سطح الأرض ، لن يدوم الى الأبد ولكنه سيبقى ما دامت توفره الظروف البيئية مجتمعة ، وقد توازنت توازنا يوفر لنا هذا البقاء .

ولقد كان الاعتقاد الراسخ فى الأذهان أن الشمس تفقد من طاقتها تدريجيا ، وتقل حرارتها ، مما سيسبب ازدياد البرودة على سطح الأرض الى درجة التجمد . ولكننا اليوم لا نميل الى تأييد هذا الرأى ، بل نذهب الى القول بأن الشمس تتزايد حرارتها كلما هرمت . وسوف يصل الحال بعد مرور آلاف الملايين من السنين الى أن تغلى مياه المحيطات الموجودة ، ويتشتت الجو المحيط بالأرض فى أرجاء الفضاء ، ثم تنتهى بذلك جميع أنواع الحياة عليها .

واذا نحن سلمنا بأن الأرض ستتأثر من الشمس على هذه الصورة ، فان الوضع بالنسبة للكواكب الأخرى ، التى هى أقرب من الشمس مثل عطارد والزهرة ، سوف يكون مختلفا تماما . فلن تصل حالة هذه الكواكب الى

ما وصلت اليه الأرض من تشتت جوها ، وغليان مياهها ، ولكنها ستتلاشى من الوجود تماما لشدة الاشعاعات التى ستنطلق من الشمس الى مسـافات تلك الكواكب . وينعكس الحال بالنسبة للكواكب البعيدة عن الشمس ، مثل المشترى وزحل واورانوس ونبتون وبلوتو ، بأن تزداد الاشعاعات التى تصل اليها من الشمس وترفع حرارتها وتغير تكييفها .

الحياة وليدة الطاقة الشمسية

تتميز الأعضاء الحية فى الفصائل المتقدمة من أنواع الأحياء بخصائص أساسية ، تتلخص فى أنها أولا تتكون من المادة المعقدة التركيب فى حالات غير مستقرة على وضع واحد ، فكل دقائقها فى تحول مستمر ، قد يكون هذا التحول فى طريق النمو وقد يكون تحولا الى الاضمحلال والفناء . وهذه الأعضاء قادرة دائما وتعتمد على أنواع المادة الأخرى تلتهم منها وتستمد منها طاقتها فى مراحل مختلفة لتتفاعل عليها وتهضمها آليا وكيميائيا وتستخلص منها ما يلزمها لتجديد خلاياها . وهى لذلك تتكون من أغشية لها المقدرة على امتصاص السوائل والغازات وتوصلها الى كل جزء فيها ، ولذلك يمكن أن توصف الأعضاء الحية ، بأنها دائمة التغير فى تكوينها رغم احتفاظها بحالها . وهذه الأعضاء قادرة كذلك على التكاثر فى أصغر مراحله ، وقد يكون ذلك

بطريق انقسام الخلايا فى بعض الكائنات أو بطريق التكاثر أو الانتاج منها فى البعض الآخر ، وبذلك تكون أعضاء متكاملة تامة الشبه بأصولها .

وتتكون البروتوبلازم أساسا من النيتروجين والأكسجين والايدروجين والكربون ، ولذلك سميت معظم التركيبات النباتية أو الحيوانية بمركبات كربونية ، وتشتمل هذه المواد على أنواع عديدة من المواد المعروفة لنا مثل السكر والنشا والزيوت والدخان والكاوتشوك والمشروبات المتنوعة وغيرها .

والى جانب هذه المكونات الأربعة الأساسية تحتوى معظم النباتات والحيوانات على الكبريت والفوسفور والكلور والسليكا والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والحديد واليود الى غير ذلك من المواد ولكنها بكميات بسيطة بالنسبة للمكونات الأربعة الأولى .

ورغم التعقيد فى التركيب الكيميائى للبروتوبلازم الا أنها أساس التكوين لما لا يحصى من الأعضاء الحية . على أن دقائق التفاصيل اللانهائية فى التركيبات

الحيوانية والنباتية لا يمكن الالمام بها ولا التعرف على أسرارها .

وعلى أى حال فانه من الممكن أن ندرك العوامل والظروف الواجب توافرها لنمو الأعضاء الحية وتطورها. فمن المقطوع به أنه لابد أن يكون هناك مصدر منتظم ليمدها بالحرارة الكافية ، بحيث لا تقل ولا تزيد عن معدل معين ثابت ، ويمدها بالضوء والاشعاع اللازم أيضا بدرجات مناسبة نوعا وكما . كما أنه من الضرورى أن تتوفر المياه ويتوفر الهواء بحيث يشتمل على العناصر اللازمة بنسب خاصة وبكثافة معينة . وبتعاقب الليل والنهار يتم توزيع هذه المقادير المختلفة من الطاقات .

فاذا بدأنا بالنظر فى تأثير عامل الحرارة على الكائنات الحية بكافة صورها فاننا نجد أن معظم الظواهر الحيوية يتم حدوثها فى درجات الحرارة التى بين الصفر ودرجة الأربعين مئوية . وذلك يرجع معظمه الى أن عنصر النيتروچين ومركباته يتخير لنفسه فى معظم عملياته وتفاعلاته النشيطة مثل هذه الحرارة . واذا ما تغيرت الحرارة قليلا عن هذه الدرجات المعينة بالزيادة

أو النقص فانها تسبب ارتباكا أو فناء تاما لمعظم أنواع الحياة المتقدمة . واذا أخذنا مثلا فى مادة بياض البيض المعتاد — وهى مادة تلعب دورا جوهريا فى حياة النباتات والحيوانات على السواء — فانه بازدياد الحرارة الى ما يقرب من ٧٠ درجة مئوية يتعجن ويفقد مقدرته على الانسياب والاتحاد .

كما أننا نعرف ان درجة الحرارة الطبيعية للدم فى جسم الانسان هى ٣٧ درجة مئوية ولا تحتمل تغيرات بما يزيد عن درجة أو درجتين ، والا سبب هذا الاختلاف ارتباكا جسيما فى ماهية الأعضاء وأدائها لوظائفها المختلفة . وقد خلق الله الانسان بحيث يمكنه أن يحتمل المعيشة فى درجات يتأرجح معدلها بالزيادة أو التناقص فى حدود النهايتين المذكورتين . وهو وان كان قادرا على تكييف نفسه ليتلاءم مع التغيرات العنيفة والبيئات المتباينة ، الا أنه لا يمكنه أن يتعدى كثيرا هذه النهايات الا لفترات غير طويلة .

واذا تأملنا مبلغ تأثير الاشعاعات الضوئية نرى انه من الصعب أن نتصور أن الانسان نمت نشأته وتكامل

تكوينه على سطح الأرض دون أن يوجد ضوء الشمس وذلك مع افتراض امكان توافر باقى مسببات الحياة الأخرى . ويجدر بنا أن نتذكر ان وجود النباتات جوهرى للحياة الحيوانية ذاتها ، اذ أن الحيوان لا يملك القدرة على تكوين البروتوبلازم من المواد غير العضوية مباشرة ، ولكنه يستعين فى ذلك بالنباتات التى تحصل على الكربون من ثانى أكسيد الكربون الموجود فى جو الأرض ، وتدخله مع العناصر التى سبق ذكرها فى تكوين المركبات الكربونية الأساسية . كل ذلك بتأثير الاشعاع الضوئى المنتشر — شعاع ضوء الشمس بالذات — .

ان الشمس ترسل الينا أشعة متنوعة مثلها فى ذلك مثل باقى النجوم الموجودة فى الكون . ولكن الأشعة الشمسية التى تنفذ الينا هى أشعة مكيفة من ناحية النوع ، مرت فى مراحل عديدة من مراحل التنقية اللازمة بمرورها داخل جو الأرض الذى لا يسمح لها جميعا بالنفاذ . وترشيح الاشعاعات التى تصل الينا بهذه الكيفية ، هى فى ذاتها عملية أساسية جدا .

وهذه العملية ما كان يمكن توفرها بدون جو

الأرض ، وهو بدوره لا وجود له بالكثافة والتنوع والتركيب القائم دون وجود الشمس ذاتها فهى التى تتسبب بطريق مباشر فى وجوده . وهكذا نرى أن العملية عملية عكسية مستمرة ، توفر لنا فى النهاية نوعا من الأشعة المنتقاة .

الماء :

وأهمية عنصر الماء لشتى أنواع الحياة أهمية لا تحتاج الى اضافة ، ولكنه جدير بالذكر أن توزيع المياه فى بقاع الأرض قاطبة ووجوده على صور متعددة ، سواء كان الماء طليقا أو داخلا فى مركبات أخرى ، واستمرار تجدده وتوفره ، له أهمية عظيمة فى توزيع الحياة وتنوعها .

واذا نظرنا الى الجو المحيط بالأرض وظروف ملاءمته للحياة ، نجد أن ملاءمته هذه تتطلب توفر عناصر أساسية لابد منها . فلابد كما أسلفنا أن يكون الغلاف الجوى ذا كثافة معينة لكى يحتفظ ويختزن الحرارة بالقدر اللازم ، وحتى يتمكن من الاضطلاع بعملية توزيع المياه فى بقاع الأرض توزيعا مناسبا . وهذا يحدث

نتيجة للخاصية التى يتميز بها والتى سبق الكلام عليها ، وهى السماح بكميات وأنواع من الأشعة الشمسية لتسقط على جو الأرض الذى يحتجزها بدوره ، أو يسمح بتسربها تدريجيا أثناء الليل بميزان معين . وبذلك تثبت درجة الحرارة ثبوتا مناسبا .

ولا يستقيم هذا الأمر على هذا النحو فى المناطق المرتفعة عن سطح الجو عندها . وتبلغ كثافة الهواء على ارتفاع ١٨٠٠ قدم (٦٠٠ متر) نصف ما هو عليه عند سطح البحر . وعلى ذلك فانه اذا فرض أن كثافة الجو عند سطح البحر قد انخفضت الى نصف قدرها ، فان الحياة لا تتيسر لمعظم أنواع الكائنات المتقدمة . ذلك بالاضافة الى شدة الحرارة التى تستقبلها الأرض من الشمس وسرعة فقدانها فى هذه الحالة . وقد يؤدى ذلك الى تكاثف الثلوج فوق سطح الأرض ، وتنخفض أيضا كمية الأكسجين المختزنة فى مثل هذه الأجواء .

وهكذا يتضح لنا تأثير عوامل التغيير فى العناصر الأساسية التى تتحكم فى تواجد الحياة منذ البداية وتوفير أسباب بقائها وازدهارها بأنواعها المختلفة .

على أن توفر الظروف الملائمة لتواجد هذه العناصر الأساسية بالمقادير المناسبة لم يكن الا وليد عوامل فلكية غير مباشرة . عوامل أعم من سابقتها ومن الضرورى أن نلم بها وتتناول بعضها بشيء من التفصيل .

بعد الأرض عن الشمس :

ان الحرارة التى تصل الى الأرض من الشمس تتناسب تناسبا عكسيا مع مربع المسافة بينهما . وقياسا على ذلك فان الحرارة عند منتصف المسافة بينهما تبلغ أربعة أضعاف ما هى عليه الآن . وعلى مسافة تبلغ ضعف المسافة بينهما فانها تبلغ الى ربع مقدارها .

ولقد تميزت الأرض بين الكواكب السيارة الأخرى من حيث بعدها عن الشمس بموقعها . هذا الموقع الذى يمكن أن نطلق عليه اسم « المنطقة المعتدلة الكوكبية » . واذا قدر لها أن تشغل مكانا يختلف فى بعده عن الشمس عن وضعها الحالى ، فان الحياة بجميع صورها سوف تكون مستحيلة أو مختلفة تمام الاختلاف دون شك .

ميل الدائرة الكسوفية :

تدور الأرض حول الشمس مرة كل عام ويسمى

هذا المدار بالدائرة الكسوفية . وفى نفس الوقت تدور حول محورها مرة كل أربع وعشرين ساعة بحيث يميل هذا المحور عن العمودى على مستوى الدائرة الكسوفية بزاوية قدرها ½ ٢٣ درجة .

وبسبب هذه الحركة السنوية للأرض حول الشمس وميل محورها هذا ، يتعاقب حدوث الفصول الأربعة المعروفة وهى الخريف والشتاء ثم الربيع والصيف .

ولقد ناقشنا مبلغ تأثر الأرض وبالتالى جوها وظروف الحياة عليها نتيجة لافتراض تغير المسافة بينها وبين الشمس . لنفرض الآن أن الأرض تدور حول نفسها بحيث ينطبق محور دورانها على مستوى الدائرة الكسوفية ويتجه فى اتجاه حركة الأرض السنوية . فان ذلك معناه أن يتساوى طول الليل والنهار فى جميع أنحاء الأرض وفى جميع أيام السنة . كما ينعدم فى هذا الوضع أيضا تواجد فصول السنة الأربعة ويتساوى الجو فيها جميعا ويتبع ذلك أن تتغير العوامل الجوية المسيطرة ، محدثة تغيرا شاملا فى توزيع الحياة وتنوعها .

واذا نحن افترضنا مرة أخرى أن محور الأرض ظل

متجها نحـــو الشمس باستمرار مـــع بقائه فى مستوى الدائرة الكسوفية ، فان ذلك معنـــاه أن يظل نصف الكرة الشـــمالى (أو المتجه نحـــو الشمس) مستقبلا للأشعة بصفة دائمة ، وترتفع فيه درجة الحرارة الى كميات كبيرة بينما يظل نصف الكرة الجنوبى ، البعيد عن الشمس ، لا يستقبل أشعة الشمس على الاطلاق . وتصبح حركة الأرض حول الشمس شبيهة بحركة القمر حول الأرض . وحيث اننا نعرف أن حرارة وجه القمر المواجه للشمس ترتفع الى ما يقرب من ١٥٠ درجة مئوية بينما تنخفض درجة حرارة الوجه الآخر الى ما يقرب من ذلك تحت الصفر (علما بأن النهار والليل يتعاقبان على وجه القمر كل أسبوعين) . فانه قياسا على ذلك فان درجة الحرارة فى نصف الكرة الأرضى المواجه للشمس باستمرار تكون عالية جدا ، بينما تكون فى نصف الكرة الذى لا يستقبل الشمس منخفضة جدا ، بحيث لا يمكن أن تتوفر أسباب الحياة عليها بالصورة التى تعرفها .

وعلى هذا القياس يمكننا أن نتخيل أوضاعا عديدة للأرض واتجاهات متبـــاينة لدوراتها بالنسبة للشمس

ونرى ما ينتج فى كل وضع من هذه الأوضاع والاتجاهات من اختلافات جوهرية فى مقادير العناصر الأساسية على سطح الأرض وما تسببه هذه الاختلافات فى الحياة الحيوانية والنباتية على وجه الاطلاق .

منشأ الحياة على الأرض :

آنه بالرغم من أن تناول هذا الموضوع بالدراسة قد يخرج بنا عن نطاق الموضوع الذى نحن بصدده ، ذلك لأنه موضوع متشعب النواحى ، يتناول فيه الباحث نواحى بيولوچية ودراسات خاصة أخرى ، الا أنه لا بأس من التحدث فيه بايجاز ، وسرد بعض الآراء الفلسفية عن تكوين الحياة فى بادىء الأمر كنتيجة لوجود الشمس وتوابعها . وانى أود التنبيه الى أن معظم الرأى الذى سيرد ذكره انما هو رأى استعراضى لما ورد فى كتاب اوبارين ، الذى يتناول نظريات تبحث فى تواجد أنسجة الأجسام الحية وخلاياها كنتيجة لتحولات وتغيرات فى عنصرى النيتروچين والكربون . وأن الحياة كانت موجودة دائما فى أرجاء الكون المختلفة فى صور

العناصر الأساسية والمواد المختلفة منفصلة بعضها عن البعض .

كيف نشأت الحياة على سطح الأرض ؟ هذا السؤال قد شغل بال الكثيرين منذ القدم وما زال يشغل أذهانهم فى أيامنا هذه . انه ولا شك من المواضيع الهامة فى تاريخ البشرية وتطورها .

فما من رسالة أو دين أو عقيدة وما من مفكر أو باحث الا تناول هذا الموضوع بعمق وحاول أن يرسى فيه القواعد والنظريات . ولقد عولج هذا الموضوع فى فترات التاريخ المختلفة بوسائل مختلفة ، كما ظهرت فيه اجابات عديدة ، الا أنه ما زال غامضا وما زال سؤالا محيرا يشغل أدمغة الفلاسفة حتى وقتنا هذا .

ولقد كان التفكير فى هذا الموضوع فى العوالم المتمدينة ذات الحضارات القديمة فى مصر وبابل وفى الصين يتجه فى بحث نشأة الحياة من نواح دينية أو عقائدية ، لا تختلف عن بعضها البعض فى كثير .

ولقد عالج ليبمان فى كتابه هذا الموضوع وأورد سردا مفصلا للنظريات التى ظهرت فيه كما أورد اوبارين

بعض ذلك فى كتابه أيضا . ولقد جاء فى مقدمة كتاب ليبمان مقارنة بين الاتجاهات القديمة فى نشأة الكون نفسه ونشأة الحياة .

وكانت الآراء القديمة فى عصر الأغريق وما بعدهم بل وحتى الى عهد قريب جدا تتجه جميعا الى التفكير فى امكان نشأة الحياة على صور مختلفة من مواد ليس بها حياة . وقد كانت هذه آراء كثير من الفلاسفة والعلماء من وقت ارسططاليس ، كما أن نيوتن نفسه اعتقد فى هذا ، ورغم أنه لم يهتم بالدراسات البيولوچية الا أنه كان شديد الاعتقاد فى هذا الرأى ، حتى انه أشار فى بعض مذكراته الى أن وجود النباتات على سطح الأرض ان هو الا نتيجة للمخلفات التى تركتها المذنبات التى تساقطت على الأرض من أرجاء الكون .

ثم تناول كثيرون آخرون هذا الموضوع بالبحث وواصلوا تجاربهم بغرض دحض هذا الزعم . وقد وفق بعضهم فى الوصول الى ذلك فى بعض الأحيان الى أن وضعت الأكاديمية الفرنسية جائزة خاصة للوصول الى

حقيقة الأمر عن طريق الأدلة والتجارب المقنعة . وقد تقدم كثير من البحاث والفلاسفة للحصول على هذه الجائزة وقدموا أعمالا كثيرة تعبر عن آراء عميقة وتجارب طويلة وكان من بينهم باستير الذى قدم أدلة قاطعة على بطلان هذا الزعم ، والذى يدعو الى استحالة تكوين الخلايا الحية بدون وجود الهواء وما يعلق به من مواد أخرى واستحق فى ذلك الجائزة عام ١٨٦٢ .

وهكذا كان ولا بد من الاستمرار فى بحث الطريقة التى نشأت بها الحياة على سطح الأرض .

ومهما كانت النظرية التى توضع فى هذا الشأن فانه لا يخفى أن أى مخلوق مهما صغر حجمه أو بسط تركيبه ، فانه لا شك معقد التركيب الى درجة كبيرة لا يمكن مقارنتها بتركيب أى مادة أو أى محلول عضوى. فكل كائن حى يتميز بالاتزان الهرمونى والديناميكى والكيميائى ، ولا يمكن أن يتصور أن يحدث هذا النتاج على سبيل المصادفة من أى محلول عضوى فى حقبة قصيرة من الزمن .

ومشاهداتنا العينية اليومية المتكررة تمكننا فى جميع

الظروف من أن نميز الكائنات الحية مما يحيط بها من بيئة أخرى غير حية ، اللهم الا فى حالات قليلة جدا أو نادرة . وهذا يدعونا الى التفكير الى أن الحياة لابد وأن لها بداية تطورت بعدها الى أن وصلت الى ما نشاهده الآن .

ان الغازات التى انفصلت عن الشمس فى يوم من الأيام ، تسببت فى تواجد الكواكب السيارة التابعة لها بما فى ذلك الأرض . واشتملت فيما اشتملت عليه من المواد على مادة ذات خاصية ممتازة عن جميع المواد الأخرى وهى مادة الكربون ، فهى قادرة على الاتحاد بأشكال معينة ، تدخل فى تركيب الخلايا الحية بجميع أشكالها . اذ بينما يمكن تواجد ذرات الكربون فى جو الشمس متحدة بالازدواج ، يمكن اذا انخفضت درجة حرارتها أن تتحد فى شكل جزيئات تحتوى عددا كبيرا من الذرات (ك١١) . وعلى هذا الفرض فانه يكون من المحتمل جدا أنه عندما بدأت الأرض فى التكوين من الغازات الملتهبة المنفصلة من كتلة الشمس ، كانت مغلفة فى سحب كثيفة من المادة . تحتوى على كمية غزيرة من

غاز الكربون على هيئة سحب وعلى شكل قطرات أو أجزاء صلبة ، اختلطت حال تساقطها وانهمارها على سطح الأرض واتحدت بمادة الحديد كذلك ، وتشكل منها الجزء الأكبر من الأرض .

وباتحاد الكربون مع المواد الثقيلة ، واستمرار عملية التبريد فى سطح الأرض ، تواجدت مركبات الكربون القادرة على حفظ تماسكها وتكوينها واتزانها ، وحيث أن الجو المحيط بالكرة الأرضية فى هذه الحقبة لم يكن يحتوى على الاكسجين والنيتروجين بقدر احتوائه على بخار الماء فى درجة حرارة عالية ، كما هو الحال فى الجو الذى يحيط بنا الآن ، فان القشرة التى كانت تغلف الأرض وقتئذ وظلت تلتهم مركبات الكربون من الجو وتتفاعل معها ، لم تكن بعد تكتمل الصلابة اللازمة لتقاوم عوامل المد والجزر الشديدة للمادة المنصهرة فى داخل الأرض بتأثير جاذبية الشمس والقمر . وبذلك كانت هذه القوى قادرة على تفتيت الصخور النارية غير الكثيفة المكونة للقشرة ، وتخرج من الثغرات الناتجة من تفتيت هذه القشرة مواد ملتهبة من باطن الأرض لتنتشر على

سطحها . ثم يشتد التفاعل بين الجو المشبع ببخار الماء الساخن بما فيه من اكسچين مع المواد الكربونية كيميائيا لتنتج منه مواد عضوية متنوعة . ثم تتفاعل هذه المركبات العضوية الناتجة بمركبات النيتروچين وما تحتـويه من الأمونيا . وهكذا استمرت هذه التفاعلات الكيميائية منتجة لشتى المواد العضوية التى لها قدرة خارقة على تفاعلات أخرى متتالية ، متسببة فى النهاية فى وجـود تركيبات أكثر تعقيدا أشبه الشيء بالبروتينات والتركيبات النباتية والحيوانية البدائية .

وبديهى أن هذه التركيبات ظلت تحتويها مياه الأنهار والمحيطات على شكل مواد هلامية عالقة تتقاذفها وتخلطها التحركات العنيفة المستمرة ، وتشكل تجمعاتها وتكويناتها المرة تلو الأخـرى لتزيد من تكثيفها وتعقيـد تركيبها وتغليفها بأغشية من مادتها لتفصلها عما يحيط بها من مواد ، وليكون لها كيان مستقل وتشكيل منفصـل . وهكذا تظهر تكوينات متباينة تعمل البيئة المحيطة بها والتحركات التى تتعرض لها بما فيهـا من تغـير ذاتى بداخلها . وقد يمكنها ذلك من الامتزاج فى غيرها من

التكوينات وزيادة نموها واضطراد تقدمها .

وفى رأى بعض الباحثين أن هذا التحوير فى المواد المتكونة قد يؤدى الى عكس ذلك . ولكننا نتصور توافر الملابسات التى تساعد على الانشاء والتعمير بدلا من التفتيت والتمزيق أو الفناء .

وهكذا يمكن أن نتصور التطور التدريجى للمادة العضوية وفعل البيئات والقوى الكامنة فيها ، لتخلق منها وتوجد فيها خلايا حية خطوة بعد خطوة ، متغلبة على كل ما يعترضها من عقبات فى سبيل تقدمها ، وفقا لنواميس الطبيعة . ولقد مرت الأرض فى ظروف متعاقبة تألفت فيها العوامل الهدامة لتمحو كل أثر للحياة على سطحها ، ولكنها أفاقت من هذه العوامل ، بل وعلى العكس من ذلك لقد ساعدت هذه القوى على استطراد النشوء والارتقاء .

ولقد أوضحنا فى الأبواب الأولى من هذا الكتاب بعضا من صفاتها وخصائصها ، فى الداخل وعلى أبعاد مختلفة من سطحها ، بغية تبيان المؤثرات التى تحدثها كل طبقة من الجو المحيط بها فى حياتنا اليومية . وتناولنا

مع ذلك الأحداث التى تنتاب جو الأرض التى نعيش فوقها ، بفعل التغيرات الدورية وغير الدورية لأوضاع الشمس والظواهر التى لا تهدأ فى الطبقات التى تحيط بها .

وقد بينا أسباب انقطاع المواصلات اللاسلكية المستخدمة على سطح الأرض ، وأسباب حدوث المد والجزر وتأثيراتها المختلفة على الملاحة البحرية واحداث الفيضانات . كما تحدثنا عن ظواهر الكسوف والخسوف التى تنتاب الشمس والقمر ، وقد رآها الانسان منذ الخليقة .

ويجد القارىء فى الأبواب الأخيرة عرضا مبسطا لبعض النظريات التى وضعت لتقدير عمر الأرض ، وعن الكيفية التى تواجدت بها الكواكب من الشمس ذاتها ، كما يجد بعض آراء مختصرة عن منشأ الحياة بأنواعها والدور الذى تقوم به الشمس فى هذا السبيل .

والله على كل شىء قدير .

د . محمود خيرى علي
استاذ الفلك المساعد بجامعة القاهرة
ووكيل المراصد